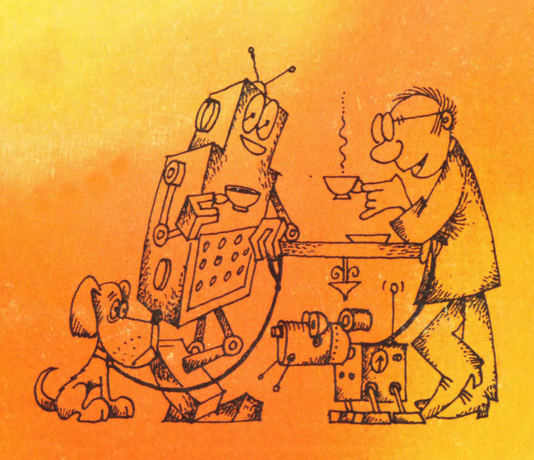




Г. МАКСИМОВИЧ

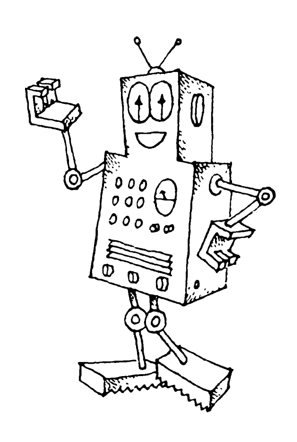
БЕСЕДЫ С АКАДЕМИКОМ В. ГЛУШКОВЫМ

БЕСЕДЫ С АКАДЕМИКОМ В. ГЛУШКОВЫМ

Г. МАКСИМОВИЧ

Г. МАКСИМОВИЧ

БЕСЕДЫ С АКАДЕМИКОМ В. ГЛУШКОВЫМ



МОСКВА
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»
1976

6Ф0.1
М17

М $\frac{60200-156}{078(02)-76}$ 058—76

Эта книга родилась не сразу. Сначала были встречи, беседы. Они происходили в разных местах, в разное время и посвящены были различным проблемам кибернетики. Впервые журналист Геннадий Максимович взял у меня интервью несколько лет назад в Институте кибернетики Академии наук УССР. Спустя примерно полгода мы увиделись вновь во время одной из моих командировок в Москву. Затем беседы происходили в Комитете по науке и технике, в Центральном Доме литераторов... Во время одной из таких встреч и родилась идея объединить все эти беседы в одну книгу, которая и лежит сейчас перед вами.

О чем рассказывается на ее страницах?

Однозначно ответить на это сложно, так как в ней поднимается много вопросов. Наверное, самое простое было бы сказать, что в книге говорится о кибернетике. Но такой ответ был бы не совсем верным. Скорее всего она посвящена современной научно-технической революции и той роли, которая отводится в ней кибернетике и вычислительной технике. В книге прослеживается путь кибернетики и вычислительной техники за прошедшие двадцать пять лет, рассказывается о том, как применяются компьютеры сегодня, но, кроме того, в ней намечаются и перспективы их использования в недалеком будущем.

Вопросы научно-технической революции, успешного развития науки и техники, совершенствования управления всегда были предметом постоянной заботы партии и правительства. Следуя ленинскому завету: «Мы Россию убедили, мы Россию отвоевали от эксплуататоров для трудящихся, мы эксплуататоров подавили — мы должны научиться Россией управлять», — Коммунистическая партия последовательно проводит линию на быстрое развитие науки управления и широкое применение в этой области современной электронно-вычислительной техники. Эти новые принципы стали государственной, партийной политикой на современном этапе. Они пронизали весь производственный организм на-

шего общества. И именно поэтому сегодня еще совсем молодая наука — кибернетика, опираясь на достижения электроники, властно входит в нашу жизнь.

В способностях кибернетики резко влиять на темпы развития народного хозяйства сегодня уже почти никто не сомневается. Ведь все мы являемся свидетелями, а многие и участниками величайшей в истории человечества научно-технической революции и поэтому прекрасно видим, что одним из наиболее важных ускорителей развития народного хозяйства стала кибернетика и ее индустрия — электронно-вычислительные машины (ЭВМ).

ЭВМ — детище науки и техники нашего столетия. По значимости для прогресса их рождение с полной уверенностью можно поставить в один ряд с началом освоения космоса и практическим применением атомной энергии. Справедливости ради следует сказать, что появление электронного мозга не было столь эффективным, но постепенно он завоевывал все новые и новые позиции в различных сферах деятельности человека. И недалеко то время, когда электронно-вычислительные машины станут играть колоссальную роль в развитии общества.

Такая уверенность объясняется одной особенностью ЭВМ — универсальностью. На электронно-вычислительных машинах можно решать задачи управления, связанные как с использованием математических методов, так и различного рода более тонких, качественных оценок, если только они выражены теми или иными точными правилами. И именно по этой причине с каждым днем электронный мозг завоевывает все новые и новые позиции.

На XXV съезде КПСС речь шла о дальнейшем развитии и повышении эффективности автоматизированных систем планирования и управления отдельными предприятиями и отраслями и о последовательном объединении их в Общегосударственную систему сбора и обработки информации (ОГАС) для учета, планирования и управления народным хозяйством.

Уже сегодня, на первых этапах создания ОГАС, можно смело сказать, что в будущем эта система станет фактически новой отраслью, занятой переработкой всей планово-экономической информации страны и снабжением всех звеньев народного хозяйства наиболее оперативной, современной, точной, систематизированной, удобной по форме информацией. Той самой информацией, которая так необходима для оптимального планирования и управления хозяйственной деятельностью, а также для прогнозирования развития экономики, для подготовки перспективных хозяйственных решений.

Однако автоматизированные системы управления — это важнейшая, но не единственная область применения кибернетики и вычислительной техники. Ведь ЭВМ — это не просто огромный арифмометр, способный быстро выполнять вычисления и производить некоторые логические действия. ЭВМ — это универсальный преобразователь информации. А с информацией и ее преобразованием человек сталкивается всегда. Преобразованием информации занимается и переводчик, и экономист-плановик, и математик, и поэт... Даже тогда, когда человек выполняет чисто физическую работу, его мозг перерабатывает информацию, координируя движения рук, ног. По существу, нет ни одного участка человеческой деятельности, где мы не имели бы дела с преобразованием информации.

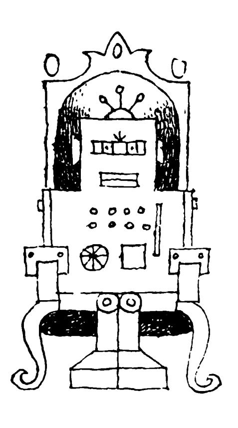
И сегодня уже доказано, что электронный мозг может заниматься и более сложной интеллектуальной работой, чем обычные вычисления.

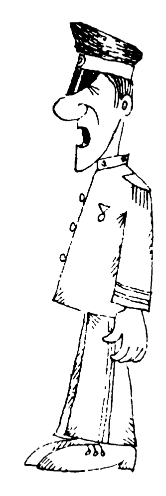
Именно поэтому компьютеры все чаще находят применение в таких, считавшихся еще совсем недавно чисто человеческими областях, как творчество. Сегодня мы уже знаем, что компьютеры могут рисовать, сочинять стихи, писать музыку, знаем мы и об ЭВМ — эскулапах и шахматистах...

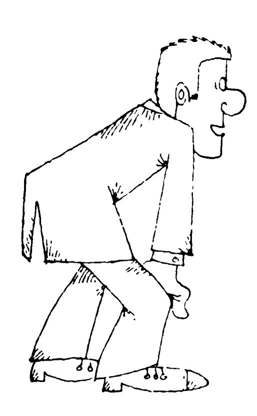
Немало сложных, но в то же время и любопытных проблем встает сегодня перед учеными-кибернетиками. Но еще более интересные, хотя, может быть, и более сложные вопросы встанут

со временем перед теми молодыми людьми, которые сегодня стоят перед выбором профессии. Им предстоит воплотить в жизнь многое из того, о чем в данной книге говорится как о будущем. Они будут завершать создание Общегосударственной автоматизированной системы, проектировать «электронных творцов», разрабатывать заводы-автоматы... Им предстоит поставить всю мощь кибернетики на службу нашему светлому коммунистическому завтра.

Академик В. М. ГЛУШКОВ







ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА КИБЕРНЕТИКИ

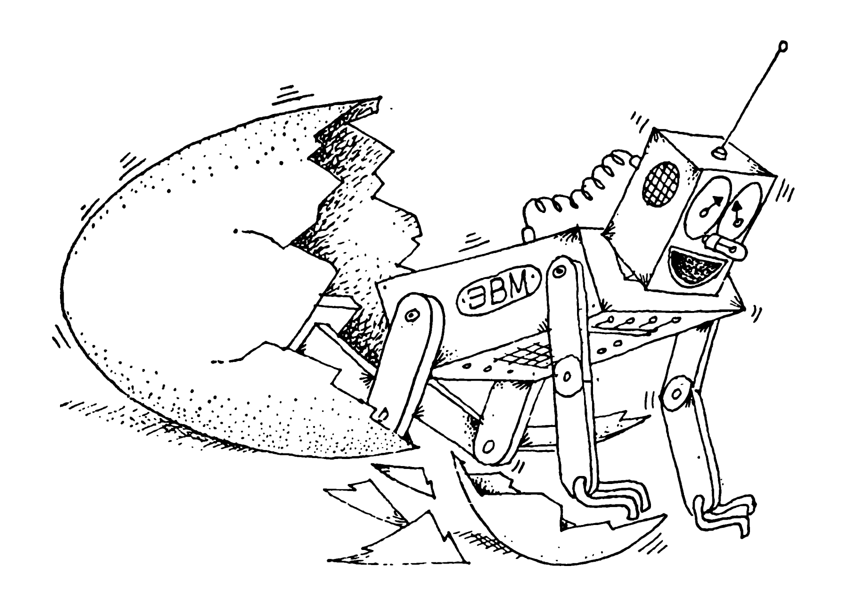
Информация и управляющие системы. Прямая и обратная связь. От автомата до ЭВМ. ЭВМ были необходимы. Главное — изучить возможности. Кибернетик — много. Смена поколений. Что важнее? Надежность, новые методы организации работы и быстродействие. Световое перо и экранный пульт. Может ли машина говорить? Все в свое время.

— Виктор Михайлович, эта беседа — первая, и поэтому мне бы хотелось сразу условиться, с чего мы начнем. Может быть, нам стоит поговорить сегодня о возможностях электронно-вычислительных машин — ЭВМ? Или остановиться на тех сферах, где они уже нашли широкое применение? А быть может, лучше всего начать с самых азов, то есть разобраться в том, что же такое кибернетика, чем она отличается от автоматики, и отличается ли вообще, поговорить о первых ЭВМ и проблемах, возникших с их появлением?

— Я думаю, что надо действительно начать с самого начала. Без этого просто трудно будет разобраться как в терминологии и понятиях, так и в самой кибернетике. Однако я не хотел бы касаться сугубо технических или научных тонкостей. Это не только усложнит наш разговор, но и сделает его сухим и скучным. Насколько я понимаю, в наших беседах речь пойдет о кибернетике, о возможностях ЭВМ, или, как сейчас часто говорят, компьютеров сегодняшнего и завтрашнего дня, о том, на что они способны в принципе. А для этого не обязательно углубляться в детали, понятные только специалистам. Нашу первую беседу стоит посвятить первым шагам кибернетики и ее основного технического средства — электронно-вычислительных машин.

— Ну что ж, пожалуй, вы правы, начнем с самого начала. Что же такое кибернетика? Если мы спросим кого-либо из людей, прямо не связанных с этой наукой, что они понимают под этим словом, то наверняка услышим весьма противоречивые мнения. Одни скажут, что это нечто вроде теоретической базы создания роботов, другие назовут ее наукой об управлении экономикой, третьи ответят, что это один из разделов математики. Вероятно, найдутся и иные мнения. Да это и неудивительно, ведь кибернетика сегодня довольно модна, и чуть ли не каждый считает себя если не специалистом, то, во всяком случае, человеком, разбирающимся в этой области. Так что же такое все-таки кибернетика? Какое из приведенных выше мнений вы считаете наиболее правильным?

— Различные определения кибернетики как науки нередко дают не только дилетанты, но и люди, непосредственно связанные с ней. Удивляться этому не приходится, так как во всем мире еще продолжаются ра-



боты по созданию ее методов и постановке проблем, которыми она должна заниматься. И из тех определений, которые вы только что привели, мне трудно выбрать самое подходящее. Каждое из них насколько правильно, настолько же и неполно, так как отражает лишь одну из сторон кибернетики.

Я думаю, все это происходит скорее всего потому, что кибернетика — наука, возникшая на стыке многих областей знаний. Именно по этой причине она и может решать различные и нередко совершенно непохожие друг на друга задачи. Так что и конструктор роботов, и экономист, и математик могут быть кибернетиками.

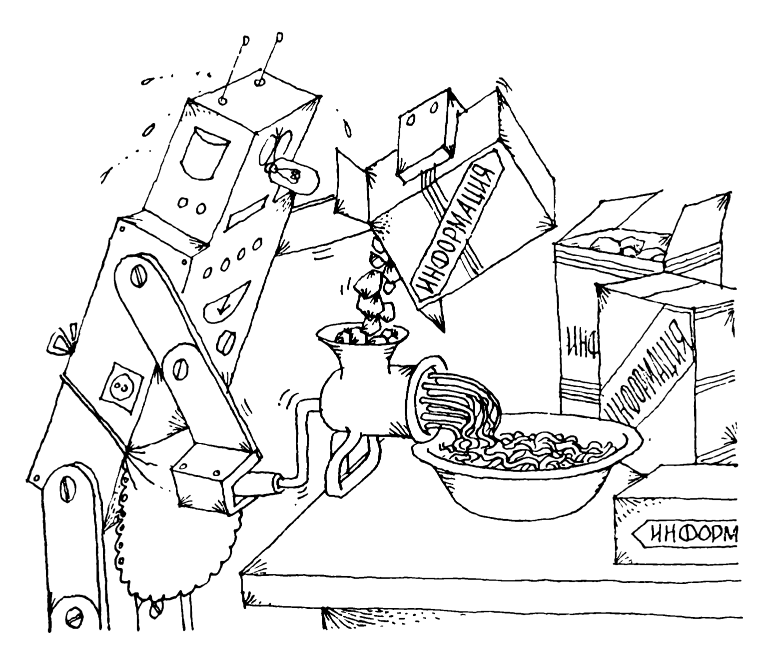
Поэтому ответить однозначно на вопрос, что же такое кибернетика, — довольно трудная задача. Понятие это очень широкое. Коротко же можно сформулировать так: кибернетика — это наука об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах.

— Тогда у меня возникает новый вопрос: что такое информация в вашем понимании этого слова?

— Дать определение этого понятия ненамного легче, чем сказать, что такое кибернетика. Но если попытаться сформулировать кратко, то я бы, пожалуй,

сказал, что информация — это совокупность сведений, которые циркулируют в природе и обществе, в том числе и в созданных человеком технических системах. С другой стороны, мерой информации является степень неопределенности или неоднородности в распределении энергии или вещества в пространстве и во времени. Информация и существует постольку, поскольку существуют сами материальные тела и созданные ими неоднородности. Ведь всякая неоднородость, по сути дела, несет в себе какую-то информацию.

С точки зрения кибернетики, информация охватывает как те сведения, которыми люди обмениваются между собой, так и существующие независимо от сознания людей. Для примера можно взять хотя бы звезды. Они ведь существуют независимо от того, известны они людям или нет. Есть немало звезд, о которых мы пока не имеем понятия. И они будут существовать десятки, сотни лет, дожидаясь своего «открытия». Но и после этого «открытия» для них ничего не изменится. И в то же время они постоянно создают определенную неоднородность в распределении вещества во вселен-



ной и поэтому постоянно являются источником информации.

— **Ну что ж, это ясно. Перейдем теперь к следующему вопросу: что вы подразумеваете под управляющими системами?**

— Наиболее распространенное мнение состоит в том, что управляющая система — это совокупность регулирующих устройств, с помощью которых осуществляется управление. Если же мы вернемся к кибернетике, то в ней это определение значительно шире. Управляющая система в том смысле, который я имел в виду, давая определение кибернетике, — это одно или несколько устройств, воспринимающих информацию от управляемого объекта, преобразующих ее и выдающих уже в ином виде — в том, который необходим для управления объектом. Процесс этот не разовый, а более или менее постоянный, непрерывный. При этом под управляющими системами здесь понимают не только технические, а и любые биологические, административные и социальные системы. Как вы, наверное, увидели, под управляющими системами я подразумеваю такие, в которых предусмотрена прямая и обратная связи. Системы могут быть как замкнутыми, так и незамкнутыми. Незамкнутые не имеют каналов обратной связи. Простейший пример замкнутой системы с обратной связью, с которой вы наверняка сталкивались, это когда человек случайно хватается за раскаленный предмет. Почувствовав ожог, он отдергивает руку. В данном случае все налицо. Мозг — это система управления. Как только он получает сигнал об ощущении боли, он перерабатывает этот сигнал и выдает другой, приказывающий руке быстро отодвинуться от объекта, причиняющего боль. Можно привести и другой, более сложный пример. Вспомните ситуацию, с которой вы тоже наверняка сталкиваетесь каждый день. Вы выходите на улицу и, подойдя к переходу, видите светофор с зажженным зеленым глазком. Он несет вам прямую информацию, говоря, что путь свободен и можно спокойно переходить улицу. Как по-вашему, есть ли в этой системе обратная связь?

— **Конечно, нет. Хотя светофор и дает мне информацию, от меня-то он ее не получает!**

— Вы ошиблись, хотя в этом нет ничего удивительного. На первый взгляд действительно может показать-

ся, что тут нет обратной связи. Но если взять более общую систему, в которую входит и данная незамкнутая, то сразу обнаружатся каналы обратной связи. Для этого нужно учесть не только светофор, но и реагирующий на его свет мозг водителей и пешеходов, и сразу же обнаружится обратная связь, проглядывающая, конечно, не в такой явной форме, как прямая.

Кибернетика как наука об управлении изучает управляющие системы с точки зрения общих законов преобразования информации. Существуют определенные правила этого преобразования, свойственные тем или иным системам управления и отличающие одну систему от другой. Как раз с этих позиций и изучаются те два основных объекта, о которых нам с вами придется еще не раз говорить: мозг человека и универсальные машины. Сопоставляя эти два объекта, мы обнаружим, что и тот и другой — универсальные преобразователи информации. Но если для человеческого мозга это совершенно естественно, так как, чем бы ни занимался человек, его мозг постоянно занят преобразованием различной информации, то в отношении ЭВМ это нередко кажется чуть ли не сверхъестественным. Ведь до создания первых компьютеров различные машины помогали человеку, а иногда даже и заменяли его лишь там, где от него требовались чаще всего только физические усилия. Электронно-вычислительные машины оказались техникой другого порядка, привыкнуть к которой на первых порах действительно было нелегко...

Понимаете ли, не все и не сразу согласились с тем, что создание универсальных по своим возможностям электронно-вычислительных машин было новым, поистине грандиозным шагом вперед в человеческой деятельности. Однако при внимательном исследовании уже первых компьютеров оказалось, что по своим возможностям преобразования информации они не уступают человеку и что почти все, на что способен человек, может в принципе сделать и ЭВМ. Но это уже тема другой беседы, поэтому, я думаю, сейчас нам не стоит углубляться в разговор о возможностях компьютеров.

— Вы правы, давайте вернемся к первым шагам электронно-вычислительных машин. Вы сказали, что создание первых ЭВМ было огромным шагом вперед. Насколько я знаю, это событие произошло где-то в

40-х годах. Значит ли, что именно с этого периода и началась автоматизация мыслительных процессов?

— Нет, не совсем так. Первая электронно-вычислительная машина действительно была создана в 40-х годах, но задачу автоматизации мыслительных процессов человек решал, по существу, всякий раз, когда автоматизировал тот или иной процесс управления. Вы не думайте, что процесс управления — это лишь руководство большим предприятием или сложным экспериментом. Нередко это и нечто очень простое и на первый взгляд незаметное. Любое устройство, берущее на себя не только физические усилия человека, но и простейшую часть его умственных усилий, — это этап в автоматизации мыслительных процессов. А таких устройств, кстати говоря, было изобретено немало еще задолго до появления на свет первых ЭВМ. Скажем, знакомый всем еще по школьным учебникам физики простейший автоматический регулятор Уатта. Вспомните, он ведь избавлял оператора не только от физических усилий (которые, между прочим, были не столь уж значительными), направленных на перемещение рычагов управления, но и от усилий умственных, связанных с управлением этим процессом. Другое дело, что совокупность правил, по которой это управление совершалось, или, как мы называем, алгоритм управления, в случае регулятора Уатта чрезвычайно проста. С качественной точки зрения она сводится всего к двум правилам: если обороты упали ниже нормы, необходимо прибавить поступление пара, а если поднялись выше — убавить.

Выполнение этих правил, как и многих других аналогичных, доступно не только человеку. Этому можно обучить и многих животных. Нужно только выработать у них соответствующие условные рефлексы. И как раз именно из-за своей малой сложности этот процесс управления и был автоматизирован еще на заре автоматизации, появление которой совершенно не совпадает по времени с рождением первых электронно-вычислительных машин.

С тех пор автоматизация прошла большой путь. Несравнимо усложнились объекты управления. На смену механическим компонентам автоматических регуляторов пришли электронные, однако до определенного

времени сами алгоритмы автоматического управления все еще сохраняли относительную простоту. Возьмите, скажем, такой, казалось бы, сложный и «умный» автомат, как автопилот. Конечно, все, что он делает, — довольно непросто и ответственно. Однако с точки зрения сложности реализуемых в нем алгоритмов он недалеко ушел от регулятора Уатта. И только с появлением универсальных электронно-вычислительных машин автоматизация мыслительных процессов перешла на качественно новую ступень; только этот период можно с полным основанием назвать началом эры «умных» машин.

— Рождение первых ЭВМ явилось неожиданностью для многих «прогнозистов». Поэтому создалось впечатление, будто ЭВМ 40-х годов возникли на пустом месте, так как до их появления мало кто о них говорил и думал. С другой стороны, известно, что нет открытия, которое бы родилось совершенно случайно. Такому «новорожденному» всегда предшествует если не большая экспериментальная, то огромная теоретическая работа. Как обстояло дело с появлением первых электронно-вычислительных машин?

— Великие открытия не появляются на пустом месте. И кибернетика как наука, и первые ЭВМ возникли тоже не вдруг; их рождение было подготовлено всем ходом научно-технического прогресса. Революция в естествознании, происшедшая на грани XIX—XX веков, дальнейшее развитие точных наук породили в конечном счете электронику. «Новейшая революция в естествознании», исчерпывающий анализ причин и сущности которой дал В. И. Ленин в своем гениальном труде «Материализм и эмпириокритицизм», явилась как бы прелюдией научно-технической революции. А следствием последней был не только количественный рост производственных процессов, но и качественное усложнение их. Более емкими стали и процессы управления, что вызвало настоятельную необходимость автоматизации их.

Продолжая вашу мысль, можно с полной уверенностью сказать, что любое открытие появляется именно тогда, когда в нем возникает необходимость. И отдельные исключения, которые есть в истории науки, лишь подтверждают это правило. Кибернетика также развилась в отведенное ей время и не могла стать та-

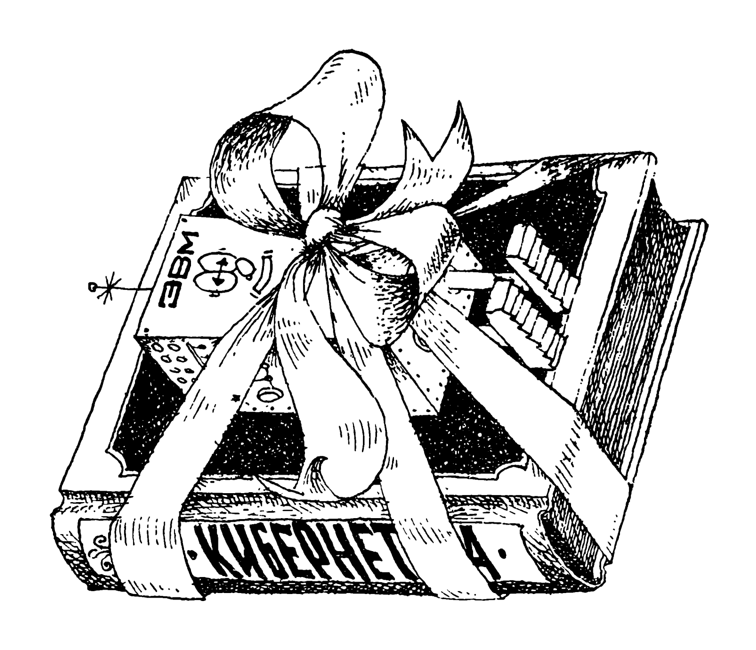
кой, какой мы ее видим сейчас, ни десятилетием раньше, ни десятилетием позже потому, что ее роста требовало ускорение темпов познания, увеличение роли точных математических методов и всевозрастающая сложность практических задач, которые ныне приходится решать ученым.

Из всего сказанного вытекает, что возникновение кибернетики как теоретической основы автоматизации труда в науке, технике, производстве и появление первых компьютеров были подготовлены всем ходом научно-технического прогресса, явились диалектически закономерным этапом его.

Что же касается самого термина «кибернетика», то в 1947 году (год его появления в научной литературе) он пережил свое второе рождение. Дело в том, что еще Платон, живший, как известно, без малого за две с половиной тысячи лет до этого, уже употреблял его, хотя и в несколько ином смысле. В начале XIX века Ампер назвал кибернетикой науку об управлении государством («провинциями») и, как потом выяснилось, был совсем недалек от истины. В дальнейшем мы убедимся, что кибернетика действительно может решать задачи создания систем для научно обоснованного управления всеми отраслями народного хозяйства. Причем систем, которые будут сами совершенствоваться по мере совершенствования отраслей хозяйства.

— Вот видите, мы опять несколько ушли от темы нашей беседы, что, конечно, вполне понятно, так как она первая и в ней определяются основные темы наших дальнейших бесед. Но, возвращаясь к первым шагам кибернетики как науки и ее средств — компьютеров, мне бы хотелось узнать, когда она появилась именно в том виде, в котором предстает перед нами сегодня?

— Вы сказали, что первые электронно-вычислительные машины появились на свет в 40-х годах, и в этом вы совершенно правы. Однако тогда было осуществлено, так сказать, материальное воплощение уже разработанной идеи. Ведь универсальная вычислительная машина теоретически была разработана задолго до возникновения кибернетики как науки в сегодняшней ее полноте. Еще в прошлом веке английский ученый Буль разработал основы математической логики.



А в 1936 году в рамках математической логики появились две работы, в которых изучался процесс преобразования информации с самых общих позиций. Одна из этих работ принадлежала английскому математику и логику Тьюрингу, другая — американскому ученому Посту. Тьюринг и Пост независимо друг от друга пришли к выводу о возможности создания универсального преобразователя информации, то есть прообраза современной вычислительной машины. Они дали, хотя каждый по-своему, теоретическое обоснование схемы такого преобразователя, в котором можно увидеть черты современных компьютеров.

Совершенно «незаметно» для науки появился вывод, что информация, как бы разнообразна она ни была, обладает тем свойством, что любые процессы ее преобразования можно представить в виде последовательности сравнительно небольшого числа правил. Более поздние исследования показали, что из этих правил можно составить самые разнообразные программы, например для перевода с одного языка на другой, для игры в шахматы, для управления тем или иным производственным объектом и так далее.

Однако при создании первых электронно-вычислительных машин ученые, как это часто бывает, не воспользовались идеями, которые были выдвинуты ранее, то есть идеями, подсказанными математической логикой. Я думаю, что произошло это потому, что в то время жизнь требовала создания машины, обладающей вычислительной универсальностью, и все силы были сосредоточены на решении этой проблемы. Но спустя некоторое время стало ясно, что набор правил преобразования информации, лежащий в основе работы универсальной цифровой машины, одинаково пригоден для преобразования как цифровой, так и любой другой информации.

К немалому удивлению своих конструкторов, проектировавших машины лишь для автоматизации вычислений, уже первые их детища оказались способными на большее. Решая на них сложные задачи физики, математики, техники, исследователи заметили, что в принципе на них можно выполнять и, так сказать, нематематические задачи, вроде игры в шахматы, языкового перевода и т. д. То есть уже первые электронно-вычислительные машины как бы дали понять своим создателям, что заложенный в них искусственный «мозг» не просто большая логарифмическая линейка или арифмометр, на котором можно хотя и с большой скоростью, но только вычислять, а устройство, способное «сочинять» стихи и решать другие творческие задачи, на первый взгляд не имеющие ничего общего с математикой.

Вполне естественно, что ученые не только поразились возможностям созданных ими машин, но стали широко пользоваться ими и развивать их наметившиеся «интеллектуальные способности». Однако как каждое быстро развивающееся нововведение, ЭВМ поставили перед человечеством несколько новых проблем. Назовем некоторые из них. Существует ли предел возможностей автоматизации мыслительных процессов? Насколько такая автоматизация необходима и каковы ее социальные последствия?

Проблемы эти большие и сложные. Вокруг них и сегодня еще вспыхивают споры. И о них мы поговорим в дальнейшем.

— Виктор Михайлович, как все-таки было выяснено, что бездушная машина обладает такими широкими

творческими возможностями? Ведь не сама же она об этом сообщила своим создателям?

— Нельзя, конечно, думать, что в один прекрасный день компьютер взял да и отстучал на перфоленте что-то вроде: «Надоело мне только считать! Дайте мне такое задание, чтобы я мог пошевелить мозгами!» Можно себе представить, какое удивление вызвало бы такое «заявление» у кибернетиков и математиков, работающих на этой машине. Ничего подобного не произошло. Просто попробовали установить возможности ЭВМ и подвергли ее работу анализу по законам логики. В процессе этой проверки выяснилось, что она является универсальным преобразователем информации. Этот вывод оказался фундаментальным научным открытием, имеющим огромное практическое значение. Но сделан он был не самой машиной, а людьми, ищущими ответ на вопрос об «интеллектуальных» способностях бездушной машины. И когда это открытие было сделано, стала очевидной возможность автоматизации умственного труда.

Дальнейшая практика показала, что расширение сферы деятельности компьютеров зависит не только и не столько от того, насколько «умна» сама машина, сколько от умения людей составить соответствующие программы. Чтобы овладеть этим умением, я думаю, нет иного пути, кроме изучения процессов мышления самого человека, глубокого понимания сущности этих процессов, чтобы все в большей степени моделировать их на электронно-вычислительных машинах. А эта задача неимоверно сложна, и решение ее требует громадного и кропотливого труда.

Современные успехи нейрофизиологии создали базу для правильного понимания мыслительных процессов. Большой вклад в изучение мышления внесла логика. Важных результатов, относящихся к процессу решения задач человеком, к механизмам образования ассоциаций, эмоций и так далее, добилась психология. Но только компьютеры открыли принципиально новые возможности изучения мозга — возможности, о которых раньше и не подозревали биологи, психологи, логики.

— По какому же пути должны идти сегодня ученые, чтобы приблизить час создания интеллектуальной электронно-вычислительной машины?

— Думаю, что прежде всего необходимо изучить закономерности процесса мышления. Это одна из наиболее важных и увлекательных задач кибернетики. Я, естественно, не считаю, что изучать нервную деятельность, составляющую основу мышления, должна лишь она. Этим будут заниматься такие науки, как логика, психология, физиология и т. д. Но с появлением кибернетики они обогатились, получили новые возможности для исследований. Изучению нервной деятельности кибернетика дала новый метод, именно метод моделирования мыслительных процессов, то есть как раз тот метод, который раньше в подобных исследованиях просто невозможно было применить.

— Вы хотите сказать, что с помощью кибернетики можно моделировать все или почти все мыслительные процессы? А раз так, то, значит, возможно промоделировать и такие сложные категории, как эстетическое отношение человека к тому или иному предмету, а также такие понятия, как чувство чести, совести?..

— Нет, конечно, мы еще не умеем моделировать все проявления человеческого интеллекта и чувств. Однако многое уже сделано или делается. Например, благодаря математике и кибернетике открываются большие перспективы в области познания некоторых законов мышления, появляется измерительная теория этики — этометрия, занимающаяся математическим моделированием моральных структур. Возьмем, к примеру, такую категорию, как совесть. Если перевести ее на язык кибернетики, то она — своеобразный регулятор поведения человека, то есть реальная величина. Уровень же поведения индивидуума, диктуемый обществом с помощью каких-либо норм и законов, — заданная величина. Когда эти величины равны, все нормально. Но стоит только нарушить равенство, как реальная величина, то есть совесть, начинает реагировать: человека охватывают чувства, которые мы называем угрызениями совести. Если же равенство восстанавливается, они исчезают. Но, как известно, у одних людей это чувство сильнее, у других — слабее, а у третьих оно и вообще может отсутствовать. На языке этометрии это означает, что совесть может по-разному реагировать на несоответствие между заданной и реальной величинами. И степень несоответствия — основа моделирования совести. Чем меньше разница между величинами, на ко-

торую реагирует совесть, тем выше, так сказать, ее качество.

Не подумайте, однако, что ученые ставят перед собой цель — создание компьютеров, полностью моделирующих человеческое сознание во всем объеме. Просто, воспроизводя на ЭВМ определенные стороны человеческой деятельности, они используют их как новое оружие в познании тайн мышления.

Уже первые совместные шаги физиологов и кибернетиков привели к гипотезе, что мозг — система саморегулирующаяся. Известно, что перестройка его осуществляется, во-первых, за счет изменения проводимости нервных клеток, а во-вторых, за счет изменения содержимого его памяти. Из бессистемной на первый взгляд работы отдельных нейронов в нашем мозгу возникает система, ведущая к разумной деятельности человека. И количество информации, хранимой мозгом, и возможности ее преобразования увеличиваются по мере накопления знаний; происходит, так сказать, процесс самоорганизации мозга при решении различных задач.

Кибернетики не могли не взять на вооружение этот принцип самоорганизации, так как каждому ясно, сколь широкие перспективы он может открыть перед «думающими» машинами. Мы позже вернемся к этому вопросу; но уже сейчас мне хочется отметить, что только самоорганизующиеся компьютеры смогут стать по-настоящему умными. Пусть сегодня еще невозможно при их создании заложить в их «электронный мозг» весь опыт и все знания, накопленные человечеством за тысячелетия своего развития, но, когда они сумеют сами накапливать необходимые знания, сами учиться на своем опыте и на опыте других машин, им удастся стать поистине электронным мозгом уже без кавычек.

Правда, я бы обманул вас, если бы сказал, что уже сегодня в повседневной практике автоматизиции теория самоорганизующихся систем дает ощутимые результаты. Пока этого еще, к сожалению, нет. Однако мало думать только о сегодняшнем дне, необходимо смотреть и в будущее. Я, например, уверен, что использование новейших материалов и микроминиатюризация элементов ЭВМ помогут достичь в этом направлении важных практических результатов.

— В каких областях знаний кибернетика стала

применяться в первую очередь и где, по-вашему, наиболее приемлемы ее методы и ее техника?

— Как наука кибернетика стала находить широкое применение вслед за появлением первых электронно-вычислительных машин. Я могу назвать немало областей практического приложения ее методов и идей. Уже сегодня кибернетика разветвляется на целую сеть прикладных наук, каждая из которых имеет свою научную проблематику. Существует экономическая, техническая, биологическая кибернетика. Есть кибернетика медицинская, изучающая как мозг человека, так и весь его организм в целом. А возьмите такие различные, но очень важные области знания, как теория экспериментов, бионика, теория надежности, право, семантика... Они не могли бы успешно развиваться без соответствующих достижений в кибернетике.

Под влиянием идей кибернетики многие науки, еще до настоящего времени развивавшиеся как описательные, начинают превращаться в науки точные. Возникла, например, математическая лингвистика, являющаяся в некотором смысле частью абстрактной теории автоматов. С помощью кибернетики сегодня решаются и такие сложные вопросы, как проблемы комплексного изучения наук, точные методы в исследованиях культуры и искусства, проблемы моделирования, методика научного познания.

Без кибернетики довольно сложно было бы изучать такие проблемы психологии, как инженерная психология, методы обучения и другие вопросы.

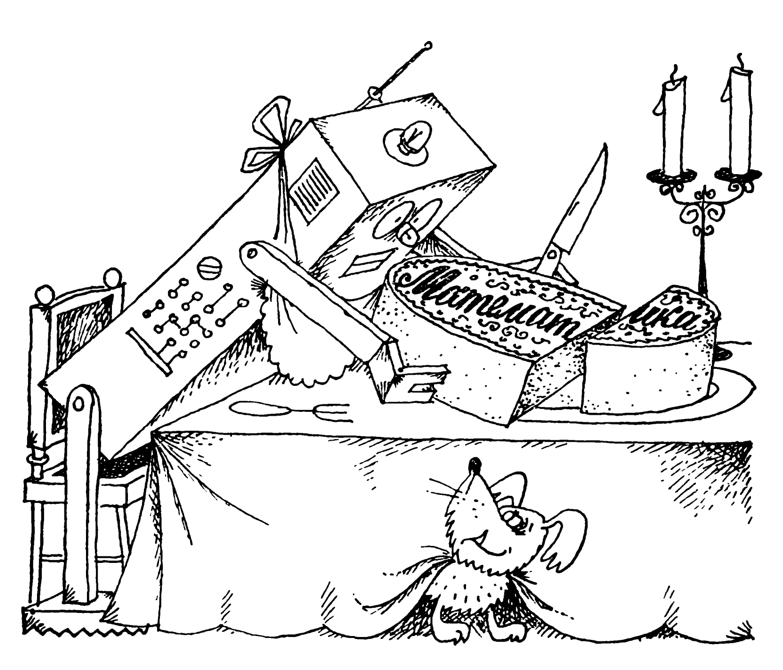
— Чем же все-таки отличается кибернетика от собственно математики?

— Кибернетика органически включает в себя значительную часть современной математики и, в свою очередь, убыстряет ее движение вперед. Но она не ограничивается лишь математическим изучением управляющих систем, а широко пользуется приемами моделирования. И как раз именно методу моделирования обязана, например, своими успехами, математическая лингвистика, благодаря ему становится точной наукой биология и многие другие. Сегодня уже с полной уверенностью можно сказать, что кибернетика влияет почти на все области человеческого знания. Но это, конечно, совершенно не значит, что она подменяет собой философию. Кибернетика — одно из ответвлений

наук XX века, и с помощью своих специфических методов подхода, исследования и моделирования объективно происходящих процессов окружающего мира дает нам возможность понять их сущность. Средства кибернетики с каждым годом будут проникать во все новые и новые области знания. Философской же основой ее всегда были, есть и останутся мировоззрение и методология диалектического материализма.

— Виктор Михайлович, как кибернетика, в общем-то сугубо математическая наука, может помочь ну, скажем, биологии? Не представляю, где в этой далекой от точных наук области могли бы потребоваться такие сложные вычисления, которые нельзя было бы выполнить без электронного мозга?

— Когда я говорил о помощи кибернетики другим наукам, я совершенно не имел в виду возможности лишь электронно-вычислительной машины как нашего самого быстрого помощника. Почему бы не подходить к тем или иным процессам и явлениям окружающего нас мира с точки зрения теории информации? Вы упомянули такую описательную науку, как биология. Одна из



кардинальных теорий ее гласит, что жизнь на нашей планете возникла в водах первичных океанов. Сначала в их недрах из молекул природа наиболее удачным способом создала некоторые «конструкции», потом из этих «конструкций» появились одноклеточные существа. В результате естественного отбора и эволюции затем появились первые растения и животные и в конечном счете человек.

Многие годы это было лишь гипотезой, а потом и достаточно общепринятой теорией. Общепринятой, но все же бездоказательной. Где же было взять «твердые» доказательства? Мы попытались их добыть. В нашем институте был создан своеобразный «документальный фильм» об эволюции первичных существ — клеток. Кадров с изображением первозданных ливней над возникающей твердью планеты мы, конечно, не видели. Да и на бури, будоражившие молодой океан, нам полюбоваться не пришлось. Но в том-то и состоит сила кибернетики, что ей не нужны «живые элементы». Если биологи в своих экспериментах пытались действительно «построить» клетки подобные живым, и для этого создавали специальные питательные растворы, мощные установки и прочее оборудование, имитирующее первородную колыбель жизни, то кибернетикам достаточно знать главные характеристики этих клеток-существ, чтобы не только «построить» их модель, но и согласно выверенным законам получить возможность «подглядеть» их поведение. Колыбелью их жизни у нас стал электронный мозг, а его обитателями — их электрические модели. По совету биологов экспериментаторы запрограммировали 64 вероятных типа поведения этих электрических моделей. Они могли как бы питаться, размножаться, обучаться, испытывать голод, двигаться в любом направлении и многое другое: для простейших не так уж мало.

И вот эксперимент начался, то есть машина запущена. На первых этапах своей как бы жизни первородные существа-модели даже не замечали электрической пищи (тоже модели), которая двигалась им навстречу. Прошло время, и некоторые из них, случайно натолкнувшись на нее и «съев» ее (получив питание), начали двигаться быстрее. Эта дополнительная подвижность, естественно, давала им больше шансов опять встретиться с пищей. От каждой такой встречи размеры бо-

лее удачливых «существ» увеличивались. Когда же они достигали определенного возраста, то делились надвое, как бы размножались. Те же из моделей клеток, которым долго не удавалось встретить «еду», имели меньше шансов выжить и «умирали» от голода, так и не оставив потомства. А «счастливцы», попав опять в зону питания, росли, размножались, набирали сил и оттесняли от «пищи» тех, кому не очень-то везло.

Более сытые «существа» делились не ровно пополам: одни «дети» получались крупнее, другие — мельче. Понятно, что более крупные имели дополнительные шансы выжить и дать более устойчивое потомство...

Так, в течение нескольких часов мы пронаблюдали эволюцию, протекавшую многие тысячелетия. За это время сменилось в нашем кибернетическом кинофильме 60 тысяч поколений, пока не остался только один вид. Он был великолепно приспособлен к окружающей среде и выгодно отличался от своих прародителей.

Впечатление от экспериментов было сильное, никто из нас не ожидал такого результата. Ведь впервые была блестяще подтверждена эволюционная теория Дарвина, и сделали это кибернетики.

— Не скрою, пример этот действительно показательный. Но когда я слушал ваш рассказ и вспоминал о том, что кибернетика вторгается сегодня чуть ли не во все науки, мне невольно хотелось спросить, а не означает ли все это, что кибернетика является как бы какой-то сверхнаукой, то есть чем-то из ряда вон выходящим, призванным в будущем чуть ли не заменить собой все остальные области знаний?

— Нет, такого вывода делать нельзя. Кибернетика ни в коей мере не стремится к какой-то гегемонии. Все дело просто в информации. Вы же прекрасно понимаете, что сегодня на земле нет такой сферы деятельности человека, где он мог бы обойтись без информации. А вот как раз методами-то ее переработки кибернетика и занимается. И это значит, что ее методы в известной мере можно назвать универсальными. По этой самой причине кибернетика сможет вторгаться чуть ли не во все области знаний и благотворно влиять на все отрасли науки.

— А теперь, Виктор Михайлович, позвольте перейти к технической стороне кибернетики, к компьютерам. Мы говорили, что ЭВМ сегодняшнего дня мало похожи

на своих предшественников. И речь идет не о внешних различиях или разнице в скорости работы, а об их поколениях. Действительно ли столь разителен переход от одного поколения к другому? И если это так, то в чем их основное отличие?

— Как мы уже выяснили, ЭВМ в самом деле очень молоды. Но за годы, прошедшие с момента появления, уже успело смениться два их поколения, и мы стоим на пороге смены третьего.

Если говорить строго, то датировать точно смену каждого из поколений нелегко, поскольку в различных странах этот процесс проходил и проходит по-разному. И все же большинство ученых и конструкторов склонны считать, что средний период их обновления составляет что-то около пяти лет. Исходя из этого, можно ориентировочно считать, что до 1955 года была предыстория электронной вычислительной техники, с 1955 по 1960 год — время первого поколения ЭВМ, с 1960 по 1965 — второго поколения, с 1965 по 1970 — третьего. Сейчас, следовательно, совершается переход к четвертому поколению компьютеров.

Теперь разберемся в различиях между этими поколениями и посмотрим, какие характерные черты им присущи.

По одной из упрощенных точек зрения поколения ЭВМ сменяются потому, что изменяется техническая база, на основе которой они создаются. Что ж, в некотором смысле это действительно так. Первое поколение машин в качестве такой технической базы имело электронные лампы. Машины второго поколения строились на полупроводниковой технике. Машины третьего поколения созданы на базе микроэлектроники с относительно малой степенью объединения логических схем в один элемент. И наконец, четвертое поколение отличается значительно более высокой степенью интеграции.

— Да, но вы сказали, что это упрощенный взгляд на смену поколений ЭВМ. Значит, смена технической базы — не самый важный из этих признаков?

— Я ни в коей мере не отрицаю, что это важный момент развития электронно-вычислительных машин. Но главный ли?.. Нет, он далеко не самый главный.

Переход от радиоламп к транзисторам, а от последних к микроэлектронике действительно сопровождался значительным уменьшением веса и габаритов

ЭВМ. Если первая электронно-вычислительная машина «Эниак» содержала 18 тысяч радиоламп, потребляла мощность около 200 киловатт и размещалась в зале площадью 200 квадратных метров, то с появлением транзисторов, а затем и микротранзисторов удалось повысить плотность элементов в сотни раз. С появлением же интегральных схем плотность монтажа доведена до 300 деталей на один кубический сантиметр. В десятки раз уменьшился и вес аппаратуры. Среди кибернетиков распространилась даже шутка, что если в блоках компьютеров четвертого поколения отдельные элементы надо рассматривать в микроскоп, то в машинах пятого поколения под микроскопом трудно будет увидеть даже сам блок.

И хотя это только шутка, многие как раз в этом-то и видят характерные черты нового поколения. Однако не следует забывать, что уменьшение веса и габаритов является принципиально важным лишь для вычислительных устройств специального назначения, скажем для компьютеров, работающих на борту самолетов или космических кораблей. Там действительно и места мало, да и каждый грамм на счету, и чем легче ЭВМ, чем меньше места она занимает, тем, конечно, лучше. Для стационарных электронно-вычислительных машин эти показатели не так уж важны. Кроме того, не надо забывать — выигрыш от уменьшения размеров самого электронного мозга машины в значительной степени сводится на нет тем, что устройства ввода информации в ЭВМ и вывод из нее решений остаются пока еще старыми. Так что внедрение микроэлектроники сопровождается уменьшением габаритов в основном лишь блоков центральных узлов машин.

Меня нередко удивляют разговоры о том, что, вот, мол, конструкторы настойчиво стремятся сделать ту или иную вещь как можно меньших размеров. А ведь миниатюризация — это вовсе не самоцель; и если специалисты и занимаются миниатюризацией, тратя на это свой ум, энергию, а нередко и баснословные суммы, то не для того, чтобы просто уменьшить размеры прибора, хотя это, конечно, важный результат, а чтобы повысить надежность и скорость работы установок. И с этой точки зрения превосходство интегральных схем над классическими дискретными элементами неоспоримо.

Как известно, электронные схемы ЭВМ состоят из элементов, запоминающих и преобразующих простейшие сигналы. Хотя число типов этих элементов относительно невелико, общее их количество в схемах исчисляется многими тысячами, а нередко и десятками тысяч. В машинах первого поколения каждый такой элемент собирался из еще более простых компонентов: электронных ламп, емкостей, сопротивлений... И если иметь в виду, что собирались они вручную, так как операции по сборке плохо поддаются автоматизации, то станет понятно, почему элементы, а значит, и сами ЭВМ, получались громоздкими, дорогими и ненадежными.

Но вот на смену лампе пришел полупроводник. Сам он гораздо надежнее своей предшественницы, и поэтому слабое место электроники переместилось с самого элемента на пайку. Логическая схема, состоящая из транзисторов, содержит большее число соединений. Так как в каждом транзисторе имеется ввод и вывод, соединяющиеся в определенном порядке, то создается громадное количество паек, проверить надежность которых не всегда возможно. Это не только усложняет и удорожает изготовление электронно-вычислительной машины, но и понижает ее надежность. Объединение же многих логических схем в один блок значительно сокращает количество соединений, что, в свою очередь, ведет к увеличению надежности и скорости ЭВМ.

Кроме того, не следует забывать и другое. Возьмите любой элемент. В нем, как правило, используются самые различные материалы. К примеру, в сопротивлении может быть несколько неоднородных слоев, таких, как подложка, проводящий слой, клей, лак и многое другое. И каждый из этих материалов имеет собственные характеристики. Такое «соседство» может вызвать неожиданные и неприятные последствия, заранее предсказать которые порою невозможно.

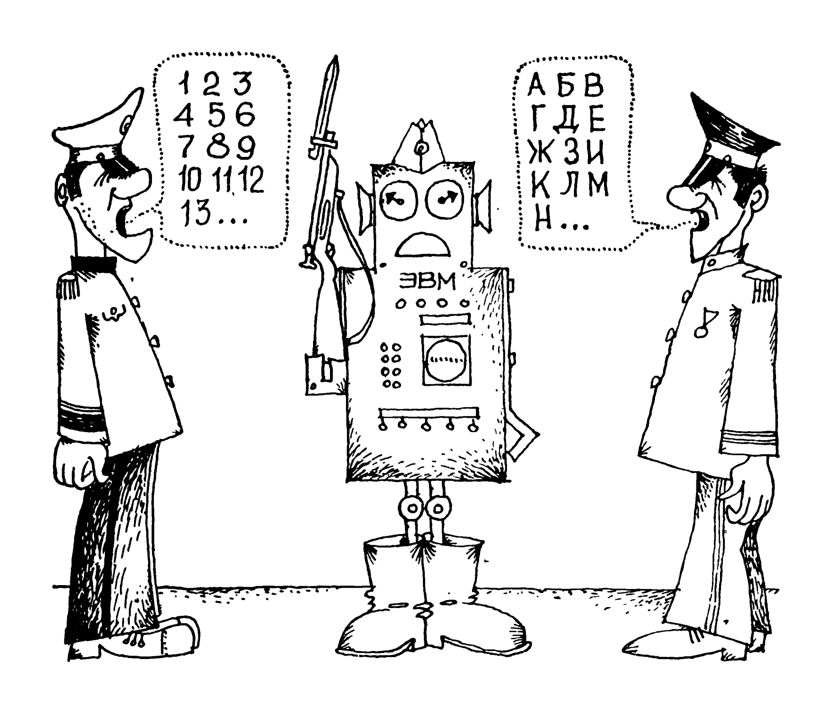
— Следя за ходом ваших рассуждений, предвижу фразу: а вот интегральные схемы избавлены от всех этих недостатков. Расскажите, за счет чего же достигается их надежность?

— Прежде всего попытаюсь в двух словах объяснить, что же такое интегральная схема. В интегральных схемах роль электронных приборов и элементов играют небольшие группы молекул. Основой для таких схем служат полупроводниковые материалы, чаще всего

кремний. Специально выращенные большие кристаллы кремния, обладающие очень высокой степенью химической чистоты, разрезаются на крошечные пластины. На поверхности таких пластинок или внутри их специальным способом формируются участки, обладающие свойствами конденсаторов, сопротивлений, диодов, транзисторов... Теперь достаточно тончайшим металлическим выводом или просто «каналом связи» внутри кристалла соединить одни его участки с другими, выполняющими иную функцию, и интегральная схема готова. Одна такая вещичка заменяет большое число различных деталей и позволяет избавиться от многих слабых мест, о которых говорилось выше. Как видите, именно борьба за надежность и вызвала к жизни интегральные схемы. Кроме того, переход на них способствовал улучшению качества ЭВМ, уменьшению их габаритов и потребляемой ими энергии.

Из сказанного можно сделать следующий вывод: интеграция различных элементов устранила многие причины неисправностей. Во-первых, у интегральных схем, состоящих из десятков элементов, всего около десяти вводов и выводов, тогда как раньше, до перехода на интегральные схемы, их было гораздо больше. Во-вторых, операции при сборке блока таких схем, хотя и сложнее, зато легче поддаются автоматизации. В-третьих, миниатюризация уменьшает нежелательные (паразитные) связи между элементами. Это сказывается положительно на ускорении работы компьютера. Не следует забывать и о некоторых достоинствах интегральных схем, так сказать, экономического порядка. Еще совсем недавно каждый транзистор для защиты от механических повреждений упрятывали в крохотную металлическую «коробочку». Стоила эта, казалось бы, и не очень сложная операция, довольно дорого, да и корпус для каждого транзистора стоил лишь немного дешевле, чем корпус для всей интегральной схемы, содержащей десятки элементов. Теперь затраты на все это почти сведены на нет.

Как видите, достоинств у интегральных схем не мало. И все же я считаю, что такие характеристики компьютеров на интегральных схемах, как быстродействие и надежность, не являются главными, определяющими и основополагающими. Даже намечающееся снижение цен ЭВМ, вызванное автоматизацией их про-



изводства, нельзя рассматривать как первостепенный фактор.

— Что же вы считаете первостепенным в них?

— Я считаю, что более существенным новшеством явились изменившиеся методы организации работы этих машин, процессы взаимодействия их элементов. Для примера рассмотрим, в чем основное отличие современной ЭВМ третьего поколения от ее предшественников?

Прежде всего машины третьего поколения оперируют с произвольной буквенно-цифровой информацией. В них фактически соединились два направления предыдущих поколений машин: ЭВМ для делового, коммерческого применения с обработкой алфавитной информации, и машин, работающих в научных учреждениях, предназначенных обрабатывать цифровую информацию. В машинах третьего поколения, повторяю, эти две линии слились воедино.

Кстати, с рождением компьютеров третьего поколения родилось специальное понятие — байт. Раньше единицей информации внутри машины был бит — двоичная

единица, обозначающая количество информации, которое содержится в одном двоичном разряде или в ответе на вопрос, допускающий только ответы «да» или «нет». Байт же — это новая единица измерения машинной информации, содержащая в себе 8 бит, из которых иногда 7 используются для представления символа (буквы того или иного алфавита, включая различные знаки), а восьмой для контроля или служебных функций. В соответствии с этим изменилась и система команд машины. Кроме традиционных арифметических команд, появилось большое количество команд (приказов) для оперирования с алфавитной информацией.

Второе, на мой взгляд, чрезвычайно важное отличие — изменение порядка работы ЭВМ. Возникла парадоксальная ситуация. Компьютер способен был выполнять тысячи операций в секунду, и, несмотря на это, процесс решения задачи — с момента ее постановки до получения окончательного результата, — нередко занимал несколько месяцев. Мало того, ничего не давало и повышение скорости работы компьютера. А причина была в том, что много времени уходило на подготовку задачи для решения ее на ЭВМ, да и машинное время распределялось нерационально. Быстродействующий и дорогостоящий центральный процессор, то есть комплекс из арифметического устройства и устройства управления, перерабатывающий информацию внутри самого компьютера, больше простаивал. Почему? Да потому, что устройства машин первого поколения и, частично, второго работали последовательно. При вводе в машину новых данных и при выводе полученных ею результатов центральный процессор прекращал работу, и электронный мозг, попросту говоря, ожидал, пока закончат свою работу «медлительные» электромеханические устройства. Рабочее время универсальных ЭВМ было фактически занято эпизодически.

Все это нередко приводило к тому, что использование компьютеров оказывалось неэффективным и экономически нецелесообразным. Поэтому срочные задачи, возникавшие в процессе исследований или при проектировании, часто решались старыми методами. А электронно-вычислительные машины применяли лишь тогда, когда задачи требовали выполнения большого числа операций при малых затратах времени на ввод исходных данных и выдачу результатов решения.

Машины третьего поколения построены по принципу независимой и параллельной работы различных их устройств: процессоров, которых может быть несколько, устройств ввода, вывода и отображения информации, средств внешней памяти и других... Для этого имеются каналы, управляемые периферийно-коммуникационным процессором, то есть специальным устройством, куда поступает информация от потребителей ЭВМ. Оно-то и осуществляет первичную переработку информации, освобождая тем самым основное устройство компьютера от непроизводительной работы. Благодаря такой параллельной работе отдельных устройств ЭВМ она может одновременно выполнять целую серию операций: переписывать информацию для очередной задачи с магнитной ленты или магнитного диска, выводить информацию для соответствующего устройства, осуществлять ввод информации, вести работу с удаленными потребителями через линии связи и так далее.

— За счет чего же становится возможной такая параллельная работа сразу нескольких узлов машины?

— Обеспечивается эта работа переходом компьютера на мультипрограммный режим. Что это означает? Предположим, в компьютере работает одна программа, для которой есть все данные в оперативной памяти. В это время вторая программа может, скажем, осуществлять ввод информации по каналу связи с удаленного пульта. Третья в это время отвечает на вопросы, заданные, например, главным инженером завода, и т. д. То есть машина имеет возможность решать сразу большое количество задач. В этом и состоит сущность работы машины в мультипрограммном режиме.

Очень важно, что теперь результаты решения могут оформляться в виде документов, не требующих дополнительной обработки. Например, машине дан приказ решить такую-то экономическую задачу. Как только она с нею справится, тут же выдает все необходимые финансовые документы и отчеты в окончательном виде.

— Насколько я понял, мультипрограммирование в конечном счете сводится все к тому же повышению быстродействия электронно-вычислительных машин, о которых мы говорили раньше?

— На первый взгляд действительно только к быстродействию. Но это только на первый. На самом деле

такое совмещение операций имеет более глубокий смысл.

Я уже говорил, что особенностью современных компьютеров является «разделение времени». Так называют режим многопрограммной работы, при котором несколько потребителей имеют одновременный доступ к одной вычислительной машине, выполняющей независимые задачи. У машины имеются выносные пульты, часть из которых может быть рядом с нею, а часть — в другом городе или даже в другой стране. С помощью таких пультов по линиям связи можно осуществлять контакт с машиной. То есть возможна одновременная работа многих людей, и каждому из них будет казаться, будто он один загружает машину, хотя на самом деле в таком положении находятся все, кто «беседует» с ней.

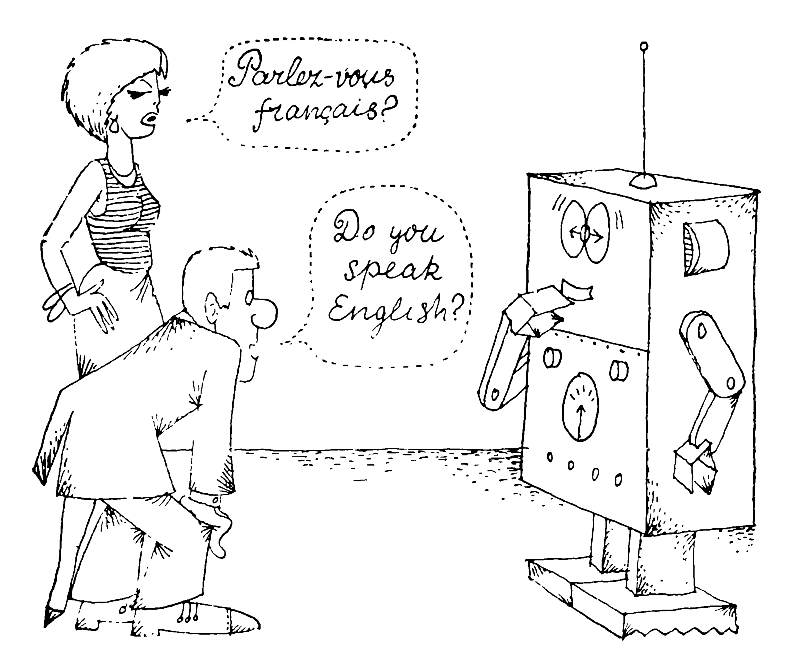
В работе с современным компьютером это очень важно. Известно, что человек и машина обладают совершенно разными возможностями быстродействия. ЭВМ — исполнитель; она в считанные минуты может справиться со своей частью работы. Человек же, получив интересующий его ответ, захочет, может быть, спокойно обдумать дальнейший ход работы. В данном случае ему нет необходимости беспокоиться о машинном времени, ибо в этот момент она будет решать другие задачи, поставленные перед ней иной программой, и не будет бездействовать. Именно такое качество компьютеров третьего поколения и открывает перед ними огромные возможности, дает им сотни новых профессий.

Возможность современных компьютеров работать с несколькими программами сразу ставит перед их создателями актуальнейшую задачу — организовать работу машин так, чтобы они трудились над несколькими заданиями и со многими пультами, с которых эти задания поступают одновременно. То есть они должны научить быстродействующий электронный мозг трудиться постоянно.

В чем же сложность? Кажется, чего бы проще, давай себе разные программы, а умная машина сама во всем разберется. Однако это не так. Самой машине, не подготовленной к этому, просто не справиться с несколькими задачами сразу. Для осуществления параллельной работы нужно, чтобы, помимо обычных про-

грамм, был еще комплекс «служебных» программ, координирующих работу отдельных устройств машины, переключающих связи между ними, облегчающих пользование ЭВМ и обеспечивающих работу всей сложной системы в целом. Набор таких программ называется «операционной системой». Без них машина третьего поколения вообще работать не может и превращается просто в совокупность отдельных устройств. В таких машинах сильно повысилась роль математического, или, как теперь чаще говорят, программного, обеспечения, состоящего из операционной системы и различных средств программирования. Существенную часть программного обеспечения составляют трансляторы. В настоящее время в ряде машин стоимость этого обеспечения составляет более 50 процентов стоимости самого компьютера.

Внутренний язык машины, на котором «общаются» между собой отдельные ее блоки, довольно сложен. Пока машинами пользовались только математики, сложность эта не являлась преградой для их эксплуатации. Сейчас компьютеры стали применяться для ре-



шения экономических задач, инженерного проектирования, установления диагнозов и многих других ранее несвойственных им дел. И то, что было под силу математикам, оказалось слишком сложно для экономистов, конструкторов, биологов, медиков... Потребовалось создание «языков», более удобных для общения человека и компьютера, так называемых «входных языков» машины, существенно отличных от тех, которыми пользуются сами ЭВМ. А чтобы машина понимала этот «входной язык», как раз и необходимы трансляторы, переводящие передаваемую с их помощью информацию на внутренний язык. Кроме того, языки компьютеров второго поколения, рассчитанные на решение научных задач, оказались слабыми для работы с ЭВМ третьего поколения, так как с их помощью невозможно было использовать все те новые возможности, которыми наделены эти более совершенные компьютеры. Вот почему стали появляться такие языки для машин третьего поколения, как «Симул-67», «ПЛ-1», «Алгол-68» и другие. Они отличаются от языков машин второго поколения тем, что обладают средствами для описания параллельных процессов. Кроме того, языки эти можно развивать, их можно усложнять дальше, не меняя, как это было раньше, ядро транслятора, добавлять новые понятия. Вместе с тем в них сохранились способности языков компьютеров второго поколения, ориентированных на решение научных задач.

Уже создано несколько языков для описания процессов проектирования самих электронно-вычислительных машин, о чем я расскажу несколько позже. А совсем недавно по просьбе машиностроителей нашим Институтом кибернетики АН УССР разработан язык, в котором есть и такие сложные понятия, как, скажем «перевести из прямоугольной в изометрическую проекцию», «изменить масштаб»...

— Но все, что вы только что рассказали, касается не столько конструкции машин третьего поколения, сколько организации их работы. А есть ли какие-нибудь особенности именно в их конструкции?

— Одним из важных отличий машин третьего поколения является, на мой взгляд, осуществление стандартного сопряжения центрального процессора с периферийным оборудованием. Раньше, например, машины могли «общаться» только с теми магнитными лентами

и периферийным оборудованием, которое разрабатывалось специально для данного компьютера. Это выглядело примерно так, как если бы, скажем, каждый выпущенный трактор мог работать только с сельхозорудиями, разработанными специально для него. В машинах третьего поколения положение существенно изменилось. Их входные каналы имеют стандартные системы связи и кодирования информации. К ним можно присоединить любые периферийные устройства. Специальные устройства, управляющие группами периферийных установок, преобразовывают информацию в стандартную форму и вводят ее в процессоры. В компьютерах четвертого поколения эта стандартизация будет доведена до того, что практически любые периферийные устройства смогут присоединиться к ним.

— Чем же будут отличаться компьютеры четвертого и пятого поколений от своих предшественников?

— Вы помните, я говорил об уровне сложности машин третьего поколения. Там в одной интегральной схеме совмещалось несколько элементов. Конечно, это большое достижение миниатюризации, но далеко еще не предел. Так вот, компьютеры четвертого поколения будут строиться на больших интегральных схемах, так называемых БИСах. В одной такой схеме объемом всего лишь в доли кубического сантиметра уместится блок, занимавший в компьютерах первого поколения... целый шкаф.

Ожидается также скачок и в повышении производительности электронно-вычислительных машин. Если в компьютерах третьего поколения скорость достигает двух-трех десятков миллионов операций в секунду, то машины четвертого поколения будут делать несколько сот миллионов, а возможно, несколько миллиардов. Соответственно возрастет объем памяти компьютеров. Наряду с усовершенствованием традиционных устройств памяти на магнитных дисках и лентах будут созданы носители памяти без движущихся частей. Общий объем внешней памяти в крупнейших машинах четвертого поколения превысит 10^{14} символов, что эквивалентно библиотеке, состоящей из нескольких миллионов объемистых томов.

Значительно уменьшится стоимость одной машинной операции; увеличится надежность ЭВМ.

Элементной базой для компьютеров пятого поколе-

ния, по-видимому, станет оптоэлектроника, использование когерентного (совпадающего) излучения. А поскольку скорость света значительно выше скорости электронов, то повысятся как скорость работы самой машины, так и пропускная способность линий связи, по которым информация должна поступать в компьютер. Для решения этой важной задачи сделано уже немало. Созданы световоды с малыми потерями — на расстояние в один километр интенсивность света в них уменьшается всего лишь в два раза.

Такие световоды представляют собой стеклянные нити толщиной около 0,1 миллиметра, которые не требуют дорогого и дефицитного цветного металла и устойчивы к электрическим помехам. Созданы также приборы, которые могут быть с успехом использованы в качестве излучателей и приемников для оптических линий связи. Ученые трудятся и над созданием других необходимых устройств — ретрансляторов, преобразователей, коммутаторов. Эти устройства также должны быть очень надежны, так как все элементы оптических систем связи обязаны отлично работать в течение многих лет.

Вполне понятно, что имеются и другие возможности повышения «производительности» компьютеров, например использование явления сверхпроводимости.

Перспективным является осуществление параллельного преобразования информации, представляемой в виде голограмм, с помощью систем лазерных элементов, и соответствующие «вычислительные среды». С появлением полупроводниковых лазеров начали проводиться исследования по разработке оптических логических элементов и устройств. В конце концов будет создана оптическая вычислительная машина с «памятью» в 10^{10} — 10^{12} элементов информации в одном кубическом сантиметре. А это, как известно, по плотности информации довольно близко к возможностям мозга человека. Уже сегодня в одной из японских исследовательских лабораторий разработана голографическая память, способная вместить 2500 знаков в кружке диаметром всего в половину миллиметра. Это позволяет хранить информацию примерно в 10 миллионов знаков в объеме, занимаемом двумя почтовыми марками размером 2 на 2,5 сантиметра. Время считывания информации, которая записывается при помощи луча лазера на специаль-

но обработанную желатиновую пленку, составляет миллионные доли секунды.

Если соединить в одно целое быстродействующие запоминающие устройства и возможности голографии, то компьютеры будущего смогут вместить в своей памяти и выдавать по первому же приказу все информационное богатство, накопленное человечеством за многовековой путь своего развития. В сущности, память электронного мозга XXI века станет столь же многогранна и всеобъемлюща, как и память человека. Она способна будет хранить в себе и строфы пушкинских стихов, и мелодии понравившихся песен, и формулу Эйнштейна, связывающую массу и энергию, и сюжет недавно просмотренного фильма, и имена героев прочитанных книг, и авторов художественных полотен, и многое, многое другое. Только в отличие от человеческой память компьютера, кроме многообразия, будет еще и во много раз более емкой.

— Вы хотите сказать, что вся эта информация будет находиться в памяти одной гигантской машины?

— Во-первых, никаких машин-гигантов к тому времени уже не останется. Мы же говорили, что успехи даже сегодняшней миниатюризации довольно многообещающи: один только блок современной машины равен по возможностям целой электронно-вычислительной машине прошлого. Следовательно, если дело миниатюризации и дальше пойдет такими же темпами, то один блок компьютера будущего станет равным по возможностям современной машине.

Во-вторых, я и не говорил, что все информационное богатство человечества будет заключено в памяти одного компьютера. Для этого не хватит даже самой большой машины; и люди, наверное, никогда не станут пытаться строить единую, всеобъемлющую ЭВМ, некий «мировой мозг». Необходимая емкость памяти будет скорее всего достигаться объединением в единую сеть большого количества компьютеров, «умеющих» обмениваться информацией между собой и выдавать ее по требованию в единый центр или потребителю.

Вполне понятно, что микроминиатюризация, автоматизация проектирования и изготовления ЭВМ значительно повысят их «интеллигентность». Вычислительными их будут называть разве что только по традиции. Хотя, если говорить строго, и сегодня они уже не только вы-

числительные. Статистика показывает, что уже сейчас во всем мире меньше половины операций, производимых компьютерами, имеют чисто вычислительный характер. В будущем же число «невычислительных» операций, наверное, увеличится.

Такая тенденция скажется и на структуре самих машин. Быстродействующие вычислительные блоки в них будут составлять лишь небольшую часть. Зато огромное развитие получат блоки распознавания сложных зрительных и звуковых образов, значительно упрощающие общение человека с машиной. Не исключено, что к тому времени электронные устройства помогут создать единый человеческий и машинный язык, более совершенный, чем эсперанто.

— Виктор Михайлович, вы несколько раз упоминали о производительности машины, о том, что с каждым поколением она повышалась. Известно, как оценивается производительность грузовика, станка, автоматической линии... Но так ли устанавливается этот показатель у электронно-вычислительной машины? Что является определяющим в этом показателе: количество арифметических операций, выполняемых за единицу времени, быстрота выхода конечного результата или еще что-то?

— Еще совсем недавно производительность компьютера действительно связывалась только с количеством операций, выполненных за единицу времени. Однако сегодня это понятие несколько изменилось и в первую очередь в связи с изменением системы обработки данных. Теперь столь же важное значение приобретают и другие характеристики. Не подумайте только, что скорость производимых операций теперь уже не так важна. Нет, она осталась одной из основных и сегодня. Так, если вы решаете задачу, скажем, расчета трасс космических кораблей, то машине действительно приходится быстро производить огромное количество вычислений. Периферийные же устройства играют небольшую роль, поскольку в ЭВМ закладывается и снимается с выхода сравнительно малое количество текущих данных.

А теперь возьмем иной пример, ну хотя бы перепись населения или же экономическую задачу вроде тех, что сегодня решаются автоматизированными системами управления. Они связаны со значительно большим

количеством исходных данных и для решения требуют сравнительно малое число расчетов на единицу информации. А отсюда ясно, что для решения задач такого типа большое значение имеет проблема ввода и вывода. Из всего этого понятно, что в связи с увеличением разнообразия задач, выполняемых компьютером, сегодня важны характеристики работы всех частей машины.

— А изменится ли структура самой ЭВМ при переходе на БИСы, или же она останется такой же, как и у машин предыдущих поколений?

— В логической структуре, или, как сейчас принято говорить, в архитектуре, машин четвертого поколения произойдут довольно большие изменения. Они будут иметь не один или несколько центральных процессоров, соответствующих целым машинам второго или третьего поколений, а десятки или даже сотни. Это позволит им выполнять многочисленные вычисления и производить другие операции почти одновременно. Возрастет также роль устройств, обеспечивающих связь ЭВМ между собой и с различным периферийным оборудованием, таким, как устройства ввода и вывода. Компьютеры общего назначения будут иметь специальные процессоры для управления вычислительным процессом, куда переместится большая часть операционной системы, о которой я говорил выше. Кроме того, в них будет несколько процессоров для выполнения основных операций, коммуникационные процессоры с бо̀льшим числом функций, чем в нынешних каналах. И наконец, в них войдут периферийные процессоры для решения более мелких задач.

С компьютерами на больших интегральных системах, работающих одновременно со многими сотнями и тысячами абонентов, будет предусмотрена иерархическая организация работы с использованием менее мощных машин в качестве своеобразных «подсобных рабочих». Все относительно простые и нетрудоемкие задачи будут решаться на них, центральная же часть системы будет решать только особо сложные задачи, с которыми «подсобным рабочим» не справиться.

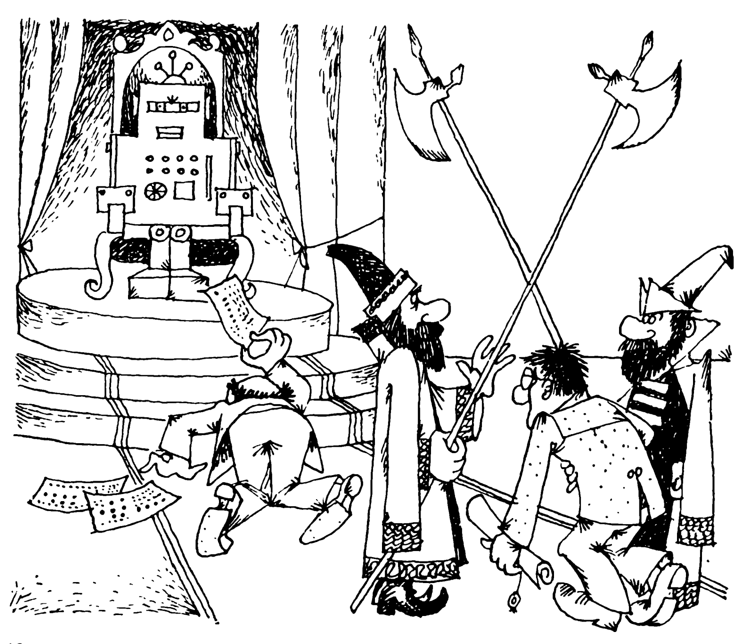
— Пожалуй, это действительно рационально. Но вы сказали, что абонентов у такой системы будет тысячи. А не будет ли каждый абонент стремиться «попасть на прием» именно к большой ЭВМ. И не получится ли, что

центральная часть системы будет все время занятой, а «подсобные рабочие» будут простаивать без дела?

— Думаю, что эту проблему решить будет очень просто: достаточно закрыть прямой доступ абонентам в центральную часть, и она будет решать только задачи, получаемые от «подсобных рабочих» и вторичного оборудования.

— Когда вы говорили об отличиях одного поколения компьютеров от другого, то в разряд основных показателей вынесли доступность общения человека с машиной. Какие шаги в этом направлении будут проделаны в ближайшее время?

— Давно известно, что людям не безразлично, в каком виде получать информацию. Если инженер видит сводку на экране телевизора, то он запоминает ее гораздо лучше и быстрее, чем если бы ему пришлось искать эти данные в кипе бумаг у себя на столе. Учитывая легкость усвоения такой наглядной информации, для нужд конструкторов разрабатываются сегодня специальные пульты с несколькими экранами, на которые компьютер и выдает информацию в удобном для специалиста виде.



— И что же представляет собой такой экранный пульт?

— Вообще-то я не хотел сейчас останавливаться на этом вопросе, так как он станет одной из основных тем нашей последующей беседы. Но раз вы спросили, придется рассказать об этом.

Экранный пульт представляет собой устройство, внешне напоминающее пишущую машинку с клавиатурой, с телефонным аппаратом и с одним или несколькими экранами, похожими на телевизионные. На любом из них можно видеть вводимую или получаемую из компьютера произвольную буквенно-цифровую или графическую информацию. Ввод букв, цифр и других символов осуществляется с помощью пишущей машинки, графическая же информация вводится с помощью так называемого светового пера. Таким пером на экранах можно писать и рисовать, вносить поправки, стирать написанное, как будто это не экран, а обыкновенный лист бумаги. Ввод информации и вывод ее через экран в компьютере осуществляются автоматически.

С помощью экранных пультов происходит как бы диалог человека с машиной. Он может «вызвать» на экран необходимые ему схемы и чертежи, вносить в них изменения, поручать машине производить различные расчеты, связанные с проектом. Световым пером он сможет набросать на экране чертеж будущего узла, почти мгновенно проверить его жизненность и, удостоверившись в его пригодности, получить от компьютера готовый чертеж.

Надо заметить, что специальные экраны и световые перья используются и в ЭВМ третьего поколения, где они обеспечивают зачатки режима диалога человека и машины. Но в полной мере они разовьются в компьютерах четвертого поколения. Именно в них мы увидим такие новые периферийные устройства, как автоматы, читающие печатный текст, экранные пульты со световым пером и т. д., которые в ЭВМ третьего поколения только испытываются. Машины с такими приспособлениями чем-то напоминают, скажем, старые автомобили со встроенной в них новой системой управления: они будут прекрасно слушаться этой системы, но сама система не будет использоваться с полной нагрузкой.

— Вы только что обмолвились о режиме диалога

человека с компьютером. Объясните, пожалуйста, в чем его суть?

— Очень и очень важная проблема — облегчение общения человека с компьютером. Даже если бы режим подобного, пускай и безмолвного, диалога создавался только для этого — его все равно следовало бы ввести. Но в том-то все и дело, что этот режим позволяет решать и новые задачи, и в первую очередь те из них, программа которых в момент начала решения еще полностью неизвестна и не составлена. Именно в таких ситуациях и нужна совместная работа сидящего за пультом человека и компьютера. Человек может постоянно наблюдать за тем, как машина выполняет поставленное перед ней задание, фиксировать те или иные промежуточные результаты и по ходу дела может, если это необходимо, менять отдельные звенья задачи, чтобы получить оптимальный результат.

Но вы только не подумайте, что достаточно изобрести такой экранный пульт, подсоединить его к компьютеру, и дальше все пойдет как по маслу. Если бы все было так просто, я бы не утверждал, что полностью приспособленными для режима диалога являются только машины четвертого поколения. Вся сложность этой проблемы состоит в том, что режим диалога вступает в противоречие с принятой в компьютерах предыдущих поколений системой трансляции. Мы уже отмечали, что человек может вводить информацию на одном из своих языков, а машина работает на другом, на внутреннем, и в момент «разговора» человека с компьютером постоянно должен работать переводчик-транслятор. Трансляция же занимает довольно много времени. Поэтому в конструкции ЭВМ четвертого поколения намечается приближение внутреннего языка ЭВМ к языкам программирования и общения человека с машиной, что ведет к частичному или полному устранению трансляции. Конечно, общая скорость работы ЭВМ при этом несколько снижается. Но этот недостаток перекрывается за счет времени на трансляцию и упрощение общения человека с ЭВМ. Пока еще это направление не получило большого развития, но оно уже заявило о своем присутствии в компьютерах четвертого поколения.

— Пульт с одним или несколькими экранами — это, вероятно, не единственная из возможностей «обще-

ния» компьютеров с внешним миром, и машины четвертого поколения смогут получать информацию и по другим каналам?

— Да, будет непрерывно расти количество информации, вводимой в ЭВМ автоматически с различного рода измерительных приборов и датчиков. А это потребует не только усовершенствования самих машин, но и аппаратуры, сопрягаемой с ними, в первую очередь унификации и стандартизации ее. Возьмите положение, которое сложилось на сегодняшний день. Различная аппаратура фиксирует информацию, получаемую в результате проведения всевозможных экспериментов и испытаний, на очень непохожие друг на друга носители. Это и диаграммы, и киноленты, и различные бумажные ленты, и карты, и многое другое. И практически невозможно разработать вводные устройства ЭВМ, которые достаточно эффективно считывали бы с таких носителей эту информацию. Выйти из положения можно, если и та и другая стороны придут к согласованному решению. Я имею в виду, что и конструкторы измерительных приборов, и создатели компьютеров в конце концов договорятся, сколько, каких основных видов информации надо будет фиксировать и на каких носителях. Лишь тогда будут созданы соответствующие высокопроизводительные устройства, которые позволят автоматически читать информацию и вводить ее в машину.

Теперь представим, что такие устройства созданы. Тогда станет вполне возможным производить обработку научной информации в процессе эксперимента и управлять экспериментом в зависимости от результатов обработки.

Вполне понятно, что программное обеспечение таких машин значительно возрастет по сравнению с обеспечением машин третьего поколения. Однако в конечном счете это облегчит общение человека с электронным мозгом.

— Если говорить об удобствах общения человека с компьютером, то, кажется, проще отдавать приказания голосом. При этом человеку будет легче наблюдать за показаниями различных приборов и управлять ими. Так когда же, на ваш взгляд, общение с компьютером станет таким, что мы просто сможем разговаривать с ним?

— Диалог с компьютером ведется уже сегодня. Пока беседа эта, правда, «немая», то есть человек записывает на пишущей машинке вопрос, а компьютер печатает ответ на бумаге или показывает его на экране. Но это лишь первые шаги на пути к свободным «беседам». Во многих лабораториях мира сейчас пытаются научить ЭВМ воспринимать обыкновенную человеческую речь. Уже созданы системы, словарный запас которых насчитывает десятки слов. По мере совершенствования ЭВМ, этот запас с каждым годом будет увеличиваться, приближая тот день, когда компьютер и инженер смогут запросто разговаривать друг с другом.

Кстати говоря, учится говорить машина довольно успешно. Она делает это, либо синтезируя речь из хранящихся в ее «памяти» звуков, либо составляя ее из отдельных, записанных на магнитной пленке слов. Так, например, лексикон американской говорящей машины системы «Перифоникс», созданной в 1970 году, содержит около двух тысяч слов, и фразы свои она составляет из этого запаса.

— А какие работы в этом направлении ведутся у нас в стране и, в частности, в вашем институте?

— Если вы побываете в зале электронных вычислительных машин нашего института во время работы компьютеров, то услышите из динамиков фразы, вроде: «Система к работе готова», «Продолжайте ввод задачи», «Магнитная лента читается нормально», «Исправьте ошибки в программе» и тому подобное. И все это произносится не человеком, а компьютером. Оператор же, услышав первую фразу, приступает к работе с системой, ставя перед ней то или иное задание, а она в случае неясности просит повторить или уточнить задачу.

Как видите, компьютер уже учится говорить. И вы совершенно правы, говоря, что самое удобное общение с машиной — это обыкновенная речь. Ведь во многих профессиях наибольшую нагрузку несут органы зрения. Глаза авиатора, химика, физика, специалистов многих других областей нередко бывают так перегружены, что порой не успевают воспринимать весь поток информации, выдаваемой различными приборами. Да и операторы электронно-вычислительных машин с каждым годом испытывают все большие трудности: без преувеличения можно сказать, что у них просто глаза разбе-

гаются от необходимости одновременно следить за показаниями большого числа индикаторов, шкал и стрелок.

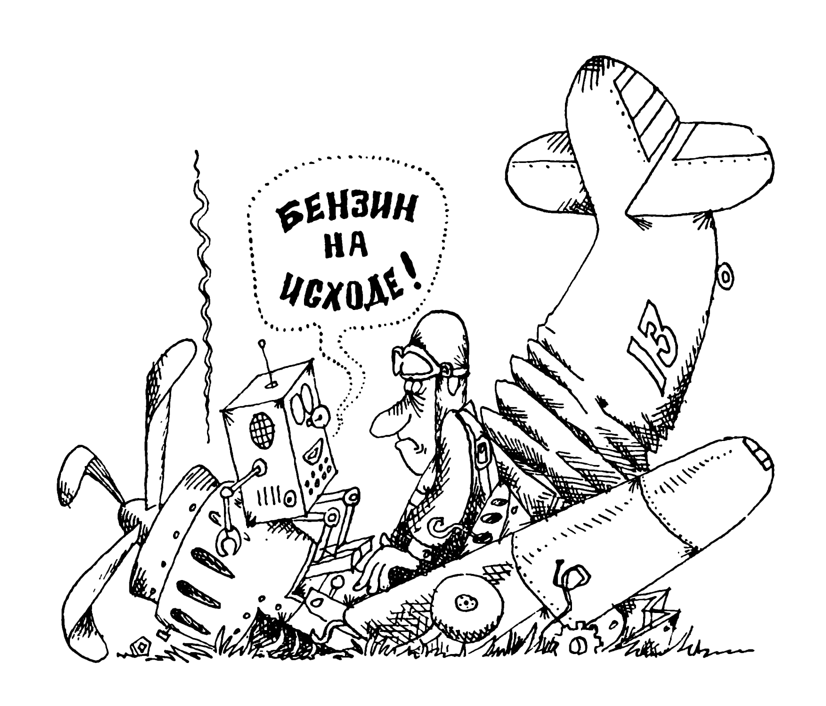
Но и это не самое страшное. Помните, мы говорили, что ЭВМ может находиться за сотни километров от потребителя, и ему просто невозможно следить за решением на ней своей задачи, вовремя вмешаться в ход ее решения и поправить ее. Индикаторные же панели, стоящие на его рабочем месте, к сожалению, пока не могут передать всего разнообразия ситуаций, возникающих в процессе работы машины. Попробуй в таких условиях узнай, когда и к каким вспомогательным процессам обратилась она и нет ли в ее работе особых отклонений от программы.

Чтобы изменить такое положение, нашим специалистам пришлось разработать устройство, позволяющее компьютеру сообщать о промежуточных результатах своей работы голосом, который звучит из динамика, стоящего непосредственно на рабочем столе специалиста.

— Виктор Михайлович, а как компьютер учится говорить?

— Машина, слушая человека, фиксирует в своей памяти эту словесную информацию в виде набора цифр. Вместе с информацией у нее накапливается достаточно богатый, легко изменяемый и постоянно пополняемый словарный запас. При «беседе» с человеком машина подает сигнал в специальное устройство, моделирующее речевой аппарат человека, а в динамике начинает звучать синтетическая речь. Интересный синтезатор человеческой речи создали белорусские ученые. Он не только легко справляется со всеми звуками русского и белорусского языков, но даже может петь. Набор из 64 звуков, которые имеются в памяти прибора, позволяет ему произносить практически любую фразу. Так, компьютер, отвечая человеку, уведомляет его о ходе работы или же подсказывает ему, что именно целесообразнее предпринять для успешного выполнения программы.

Вы представляете, какие огромные перспективы открываются перед речевым сопровождением работы компьютера. То, что команды в него можно будет вводить голосом, особенно пригодится при управлении предприятием или же на испытательном стенде. Голос



машины сможет быстро выдать информацию, скажем, пилоту или аппаратчику химического предприятия, физику-экспериментатору, который должен неотступно следить за показаниями различных приборов, или доменщику, следящему за плавкой.

Или же представьте другую ситуацию: вам необходимо исследовать работу самой же ЭВМ. Вместо того чтобы копаться в ее внутренностях, оказывается, достаточно спросить ее: «Как ты себя чувствуешь?», и она незамедлительно ответит, что такие-то ее узлы в полном порядке, а вот такой-то надо немного подрегулировать... Это сэкономит время обслуживающего персонала и увеличит ее машинное время.

Как видите, час, когда человек сможет что-то приказать своему электронному помощнику и услышать от него в ответ: «Подождите, сейчас подсчитаю» — не за горами.

— **И когда наступит это время?**

— С точностью до одного года предсказать трудно. Все, что делается сейчас, — это пока лишь опыты и

прикидки. Но я думаю, что в данном случае, как и в большинстве других, это будет тогда, когда появится неотложная необходимость в режиме диалога человека и машины. Вы помните, вначале мы говорили, что компьютеры появились на свет именно в момент, когда они стали нужны. Так же, скажем, и экранные пульты: появись они вместе с первыми ЭВМ, использовать их все равно не пришлось бы, так как, кроме самих пультов, необходимо еще многое другое. То же самое происходит и сейчас. Как только окажется, что старыми методами «разговаривать» с машиной невозможно, все необходимое для беседы человека с компьютером появится немедленно. И я думаю, что такая неотвратимая необходимость возникнет где-то в 80-х годах нашего века, то есть тогда, когда появятся машины четвертого, и, уж обязательно, пятого поколения.

— Говоря о компьютерах будущего, вы подчеркивали, что они повысят свою «интеллигентность», станут более «интеллектуальными». Так не «поумнеют» ли они настолько, что просто выйдут из повиновения человека? Это мнение иногда появляется на страницах печати. Так, например, профессор Норман Сатерленд в своей статье «Человекоподобные машины», опубликованной в английском «Научном журнале», пишет: «Имеются вполне реальные возможности для создания машины более разумной, чем мы сами... Кроме того, если мы сумеем построить машину разумнее нас самих, то она, в свою очередь, будет способна спроектировать машину еще более разумную... Мы окажемся творцами превосходящих нас по разуму созданий, которые заменят нас в роли хозяев Земли. Эти создания могут иметь более высокий уровень, чем их творцы, ибо нет никаких оснований встраивать в них столь свойственный человеку эгоизм, который хотя и необходим нам для обеспечения выживания, но служит также причиной иррациональности в поведении человека».

Заканчивает свою статью Норман Сатерленд полушутливым-полусерьезным замечанием, что через пятьдесят лет люди, вполне возможно, будут заняты спором: предоставлять ли машине право голоса или нет?

— Возможность случайных ошибок, выхода из повиновения человеку, а иногда даже и нанесение ущерба ему имеется во всякой машине. Но не надо ставить на одну ступень опасность реальную и абстрактную, чисто

теоретическую. Если исходить из такой трагической предпосылки, то опасны и турбогенераторы, так как они дают ток, который при неосторожном обращении может убить человека. Да и даже такая относительно простая машина, как автомобиль, нередко становится причиной увечий и даже гибели людей не только из-за ошибок водителя, но и в результате непредвиденных технических неисправностей. И если думать так, то не нужно развивать, скажем, самолето- и ракетостроение, не следует проникать в тайны атома, не стоит совершенствовать квантовую электронику, да и вообще нечего браться за очень многое, что в той или иной степени может быть использовано во вред человечеству. Тем более что при дальнейшем усложнении техники и вероятность различных конструктивных ошибок может возрастать. Ведь, как мы уже говорили, при создании сложной системы управления, особенно самообучающейся, даже конструкторы далеко не всегда могут предсказать ее поведение.

Теперь давайте представим себе, в результате чего сложная кибернетическая система могла бы выйти из-под контроля ее создателей. Мне видятся две причины. Первая — это то, что конструкторы, создавая сложнейшую машину или целую систему, не предусмотрят некоторых нежелательных последствий ее действий. А значит, в определенных обстоятельствах такие последствия смогут произойти. Вторая причина может заключаться в обычной поломке. Конструкторы заранее предусмотрят какую-то систему защиты от всех нежелательных последствий, а она возьмет да и испортится.

Разберем каждую из этих возможностей. Как вам, конечно, известно, развитие человека на протяжении всей его эволюции было обусловлено среди других факторов также и инстинктом самосохранения. И мне думается, что в процессе естественного отбора выживали именно те, у кого эта установка на выживание была сильнее. И поэтому мне что-то не очень верится, что человек избавится от этого инстинкта в обозримом будущем. А если так, то, как раз руководствуясь им, он и обезопасит себя от машин, запрограммировав в них столь же прочный «инстинкт», направленный на сохранение хозяев.

И я думаю, что ввести такие средства защиты чело-

века в любую кибернетическую систему будет гораздо проще, чем сконструировать саму систему. Принципиально главная часть задачи защиты от нежелательных реакций системы состоит в том, чтобы составить полный список такого рода реакций. Я считаю основной именно эту часть потому, что устройства, которые смогут обеспечить блокирование всех реакций, внесенных в список, уже хорошо известны. Их разработка и включение в систему не составят особого труда.

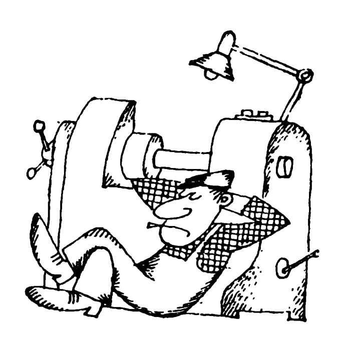
Очень большую положительную роль в создании подобных «электронных замков», запирающих ненужные и вредные реакции, сыграет наверняка и то, что уже сегодня при разработках сложных систем все в большей степени используются сами же компьютеры. Вполне понятно, что в дальнейшем их участие в проектировании и создании себе подобных будет еще более значительным. А это приведет в конечном счете к тому, что анализ реакций разрабатываемой системы с каждым годом будет становиться все более совершенным и полным: с одной стороны, будут усложняться сами электронно-вычислительные машины, а с другой — все совершеннее станут и средства защиты.

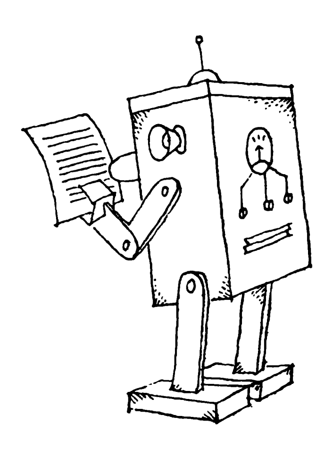
— Несколько выше вы говорили, что любая подобная защитная система может выйти из строя. Насколько реальной вы считаете такую возможность?

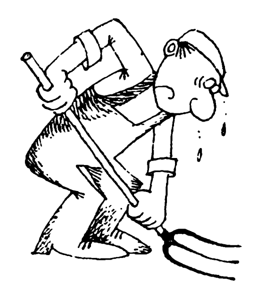
— Ну, такая возможность не исключается ни при каком уровне развития науки и техники. Однако это не означает, что усложнение технических средств уменьшает их надежность. Я даже не побоюсь утверждать, что все происходит как раз наоборот и что технический прогресс в наше время идет под лозунгом опережающего развития средств защиты от случайных неисправностей, поломок. И особенно пристальное внимание уделяют этому вопросу тогда, когда такие неисправности могли бы повлечь за собой тяжелые последствия.

Возьмите для примера процесс рождения авиации и завоевание воздушного, а позже и космического пространства. Все это совершается на наших глазах, так что нам легче будет оценить происходящее. Сколько на первых этапах развития авиации сильных, умных, смелых людей поплатились жизнью только за то, что старались преодолеть земное притяжение. А сравните с тем же периодом в освоении космоса. Выход человека в просторы вселенной потребовал неизмеримого

усложнения технических средств. Но это не только не привело к увеличению числа опасных аварий, а наоборот, свело вероятность их к минимуму. Конечно, освоение любого нового пути связано с определенным риском. И все же, чем сложнее и совершеннее техника, тем возможность этого риска меньше. И мне не верится, что дальнейший прогресс различных защитных и контрольных средств в ближайшем будущем замедлится и станет отставать от прогресса всей техники в целом. И следовательно, вероятность выхода техники из повиновения из года в год будет снижаться, а не возрастать. Вы еще не забывайте, что от особо опасных последствий всегда предусматривается двойная, тройная, а если это необходимо, то и десятикратная защита, поэтому опасаться «бунта машин» в силу причин чисто технического характера практически не приходится.







ЭВМ ВЕДЕТ ХОЗЯЙСТВО

Как назвать наш XX? Хозяйство стало сложнее. Человек или компьютер? ЭВМ для научных расчетов. Машина учится управлять. Первые АСУ. Что же умеет «Львов»? Компьютер должен знать все. Кому создавать и внедрять системы? Время новых задач. Некоторые трудности. ЭВМ управляет отраслью. Должны ли стоять станки? Машина считает премию.

— Виктор Михайлович, вы, наверное, заметили, что наш XX век называют по-разному: и веком космическим, и веком атомным, и веком кибернетическим, а также веком синтетики, квантовой электроники... Можно привести еще немало и других, довольно интересных названий. Какое из них кажется Вам наиболее удачным? Наверное, век кибернетики?

— Нет, вы не угадали. Понимаете ли, все дело в том, что каждое из этих названий по-своему правильное, так как в любом из них отражены те или иные важнейшие достижения науки и техники. Однако если бы мне предложили выбрать название для нашего века, то я, пожалуй, назвал бы его веком больших систем. Почему?

Оглянитесь вокруг, и вы увидите, что нас повсюду окружают большие системы. Скажем, такие классические из них, как современное предприятие, вся экономика в целом, да и мы сами: наш организм, мышление, язык, на котором мы говорим, тоже большие системы. Примеров можно привести огромное множество, но даже из перечисленных видно — природа больших систем может быть совершенно различной: технической, биологической, социальной.

— Но если исходить из этого, то разве не был веком больших систем и прошедший, XIX? Ведь и тогда существовало все вами названное.

— Есть целый ряд характерных черт, отличающих большие системы от остальных и объединяющих их, несмотря на кажущуюся разноплановость. Прежде всего такая система должна состоять из большого числе элементов. Тут вы, конечно, можете мне возразить, что и в производстве прошлого века различных элементов было хоть отбавляй. Но ведь дело в том, что не всякое объединение элементов можно назвать большой системой в современном понимании этого слова. Например, даже тысячи станков, не связанных в технологические цепочки, не составляют большую систему. И именно по этой причине экономическая система прошлого века, которая состояла из миллионов невзаимосвязанных единоличных крестьянских хозяйств, ведущих натуральное хозяйство, не может быть названа большой системой. Эти единоличные хозяйства могли влиять друг на друга лишь в отдельных случаях, ну, скажем, при локальных неурожаях.

Теперь рассмотрим классический пример большой

системы — сложное современное предприятие. Здесь все отдельные единицы оборудования связаны в технологические цепочки, которые сходятся в сборочном цехе. Сложность взаимосвязей между отдельными элементами производства заключается не только в количестве связей, но и в том, что они качественно различны и индивидуально значимы. Расстройство лишь одной подобной связи или относительно небольшой их группы может вызвать неполадки во всей системе. Кроме того, эта сложность не только отличает всякую действительно большую систему от обычной, но и определяет собой трудности описания ее и тем более управления ею, поскольку задача ее управления состоит прежде всего в управлении связями ее элементов. По-старому осуществлять это невозможно.

— Большие, или сложные, системы появились не в один день, к ним шли постепенно, и эта постепенность позволила огромной армии экономистов, бухгалтеров и других работников управленческого аппарата овладеть искусством управления ими и справляться с новыми задачами. Так почему же мы должны думать, что эта армия и дальше не сможет успешно выполнять свои обязанности?

— Опасения эти связаны в первую очередь с тем, что такая большая система, как народное хозяйство, в условиях научно-технической революции не стоит на месте, а постоянно и непрерывно изменяется и усложняется. Происходит это по целому ряду причин. Во-первых, резко увеличился ассортимент изделий, выпускаемых промышленностью: за последние 20—25 лет он возрос не менее чем в десять раз и насчитывает теперь многие миллионы наименований. И такое, характерное для нашего времени, непрерывное обновление промышленной продукции резко усложняет деятельность управленческого аппарата. Специалисты подсчитали, что подготовка производства на машиностроительном заводе нового изделия, состоящего из 1500—2500 деталей, требует осуществления более 300 тысяч вычислительных операций. Контроль же состояния запасов предполагает систематическую проверку наличия на складе материалов и предметов 40—50 тысяч наименований и больше. Так что любое усложнение производства, вызываемое расширением или изменением ассортимента изделий, влечет за собой в первую очередь увеличение объема информа-

ционно-вычислительных работ в управлении, причем, в геометрической прогрессии.

Но изменение и расширение ассортимента — это лишь одна сторона дела. Из года в год растет количество выпускаемой продукции, добыча сырья. В восьмой пятилетке только за день у нас в стране производилось валовой продукции почти на два миллиона рублей. За одну минуту мы добывали более 1000 тонн угля, более 600 тонн нефти, выплавляли свыше 200 тонн стали, строили 200 квадратных метров жилой площади, газа за одну минуту страна получала больше, чем царская Россия за 10 дней. И эти показатели непрерывно растут; в минувшем пятилетии объем производства увеличился еще больше.

Усложняется также технология производства, конструкция выпускаемых изделий. Усложняются и технологические взаимосвязи в производстве. Попробуйте охватить мысленным взором все перечисленное выше. Трудно представить себе весь процесс изготовления современной продукции даже на одном предприятии, не говоря уж о целой отрасли. В этом вторая причина усложнения управления народным хозяйством.

Однако есть и третья: я имею в виду ускорение темпов обновления выпускаемой продукции и используемого оборудования.

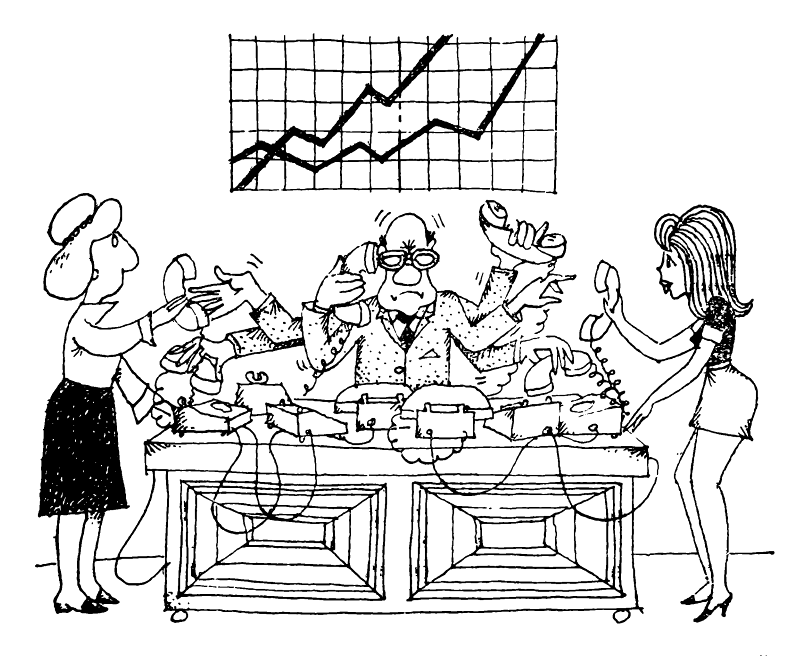
Для повышения производительности труда нужно разрабатывать сложную технологию, устанавливать автоматические линии, организовывать поточное производство, переналаживать производство. А это довольно трудоемкий процесс, требующий значительных усилий и времени. Еще совсем недавно задачи технической подготовки производства не занимали слишком видного места среди других задач управления, и следовательно, не требовали столь точного предвидения и планирования на долгие сроки, как это стало сегодня. Значит, и управление на современном этапе должно быть более гибким, и задачи, встающие перед ним, должны решаться оперативнее, чем раньше. А задач таких становится все больше, и ни одну из них нельзя выпускать из поля зрения, так как все они тесно переплетены и взаимосвязаны.

Короче, задачи управления усложнились за последнее время настолько, что можно говорить о взрывном характере их изменений. Мне даже кажется, что момент, который мы сейчас переживаем, трудно сравнить с чем-

либо пережитым за всю предыдущую историю человечества, разве что только с периодом, когда совершался переход от натурального хозяйства к товарно-денежным отношениям.

Сходство это, на мой взгляд, в следующем. При натуральном хозяйстве один человек способен был держать в голове все проблемы своего хозяйства и сам управлял своими примитивными хозяйственными связями. При переходе к более сложной экономике один он справиться с этим уже не мог и стал дробить задачу управления на части и поручать их выполнение большему количеству людей. Так появилась иерархическая система управления, появились товарно-денежные отношения. Это было необходимо для повышения эффективности управления.

Сегодня, как мы уже говорили, тоже требуются новые методы управления хозяйством. Но дальнейшее дробление задач на множество подзадач уже не дает эффекта, поскольку количество информации, которое необходимо переработать, превышает «пропускную способность» мозга занятых этой переработкой людей. Ми-



нистру или директору уже трудно охватить мысленным взором всю выпускаемую продукцию, и еще труднее, а порой и просто невозможно, представить себе весь цикл ее выпуска. Хозяйство становится настолько сложным, в нем столько взаимосвязей, что в уме даже нескольких людей общая картина их не создается. Все это привело к противоречию между физическими возможностями человека и задачами, вытекающими из современного производства.

А ведь по мере дальнейшего роста производства объем поступающей от него информации все увеличивается. Примерные подсчеты показывают, что при сохранении сегодняшнего уровня технической оснащенности сферы планирования, управления и учета уже через каких-нибудь 8—10 лет придется занять в этой сфере все взрослое население нашей страны. Как видите, научно-техническая революция вроде бы бросает вызов науке управления, и от того, как мы сумеем ответить на этот вызов, зависит очень многое.

Но проблемы, о которых мы говорили, — это все-таки старые проблемы, лишь значительно усложнившиеся сегодня. А есть ведь и новые, вызванные к жизни научно-техническим прогрессом. Возьмите хотя бы задачу управления самим научно-техническим прогрессом.

— Вы имеете в виду, что такие работы, как научные изыскания, исследования, различные технические разработки, изобретения тоже должны управляться?

— Безусловно. На протяжении многих лет в нашей стране успешно осуществлялось раздельное планирование опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, с одной стороны, и внедрение новых открытий в промышленность и сельское хозяйство — с другой. При этом внедрение научных результатов, полученных в очередной пятилетке, планировалось на следующее пятилетие. Но в условиях научно-технической революции сроки эти резко сокращаются. Век назад они исчислялись десятками лет. Для телефона, например, этот срок был около 50 лет, для радио — 35 лет, ядерное горючее внедрялось уже 5 лет, полупроводниковые триоды—3 года, интегральные схемы внедрялись всего 2 года.

Из этого следует, что ход научных исследований и практическое использование их результатов необходимо соединить в одном плане. А сделать это можно, лишь широко применяя методы прогнозирования и программ-

ного управления процессом развития экономики. Иначе на внедрение полезных (но не запланированных) научно-технических достижений уйдут годы и годы. А ведь сокращение времени их освоения всего на один год в масштабах нашей страны может дать народнохозяйственный эффект около пяти-шести миллиардов рублей. Вот в этом-то и заключается четвертая причина усложнения задач управления народным хозяйством.

— Виктор Михайлович, нельзя ли, хотя бы качественно, оценить сложность задач управления? Это позволило бы нам представить себе весь тот огромный поток информации, который приходится перерабатывать в заводоуправлениях, министерствах, ведомствах и тот объем работы, которую надо произвести, чтобы эту информацию переработать.

— В конце 60-х годов наш институт провел такую оценку. Было выбрано шесть судостроительных, приборостроительных и машиностроительных предприятий, три крупные стройки, электростанция, мост через Днепр, химический комбинат в Донбассе и другие предприятия. Для каждого из них мы определили количество наиболее трудоемких управленческих задач, не зависящих от существующей организационной структуры. К числу их мы отнесли согласование календарных сроков поставок с планами производства у поставщика и потребителя, наилучшее распределение производственного задания между различными видами оборудования и еще несколько подобных мероприятий. Потом подсчитывались задачи управления, возникающие внутри каждого предприятия и устанавливались его связи с другими заводами-поставщиками. Когда мы таким образом оценили количество и сложность задач по выбранным объектам, было подсчитано, сколько в стране подобных организаций. Дальше шли простые арифметические операции — сложение, умножение, деление, — но оперировать приходилось прямо-таки огромными числами.

Прикидки такого рода были выполнены в восьмую пятилетку. Общий объем задач управления во всем народном хозяйстве страны составил 10^{16} арифметических операций в год.

— Число это, наверное, гигантское. Если говорить честно, то мне, человеку, довольно далекому от необходимости решать задачи управления, как-то трудно представить его.

— Для сравнения приведу несколько примеров, которые, как мне кажется, покажут объем вычислительной работы при решении задач управления. Один квалифицированный вычислитель, работая на настольном арифмометре, может произвести за год около 300 тысяч элементарных операций. Если мы даже завысим его производительность втрое, доведя ее до одного миллиона (10^6) операций в год, то для выполнения упомянутых 10^{16} операций ручным способом потребовалось бы 10 миллиардов человек. Это еще раз показывает, что уже сейчас решать все объективно необходимые задачи управления обычными средствами просто невозможно. Где же выход из этого необычно трудного положения?

Ученые давно установили, какие именно меры эффективны в данном случае. Надо прежде всего резко повысить производительность труда... в самой сфере управления и планирования. Как этого добиться?

Научно-технический прогресс, создав большие, сложные системы, сам пришел на помощь человеку: возродилась наука об управлении — кибернетика, были созданы электронно-вычислительные машины. Однако даже самый быстродействующий компьютер один не в силах справиться со всеми задачами управления народным хозяйством. Современная машина способна произвести объем работы в 10^{16} операций лишь за сто с лишним лет при 8-часовом рабочем дне. Только система из тысяч сопряженных машин может стать тем «мозгом», который будет в состоянии решать современные задачи управления.

И все же благодаря своему быстродействию ЭВМ уже с первых шагов стали вторгаться в управление народным хозяйством. Вторгались они медленно, но настойчиво. Машины первого поколения применялись в основном для научных расчетов и лишь частично для экономических. Компьютеры второго поколения пошли дальше и стали широко использоваться в управлении различными технологическими процессами: они управляли домнами, прокатными станами, самолетами, ими чаще стали пользоваться экономисты.

Но вот пришли компьютеры третьего поколения и сразу же расширили область своего применения, стали применяться для автоматизации процессов проектирования и технологических процессов, вторглись в административную область — многовековую вотчину человека,

вошли в системы, следящие за технологией и управляющие экономикой предприятия. Кибернетика и вычислительная техника стали могучим ускорителем научно-технического прогресса.

И именно поэтому на XXV съезде КПСС, когда речь зашла о проблемах совершенствования методов и средств управления народным хозяйством и путях этого совершенствования, говорилось о широком применении экономико-математических методов и использования электронно-вычислительной техники. Сегодня внедрение компьютеров в систему управления хозяйством — дело совершенно неизбежное; этого настоятельно требует современный уровень развития производительных сил.

Возьмите такую машину, как «Минск-32», довольно широко применяемую в системах управления. Она способна выполнить до 30 тысяч арифметических операций в секунду. А поскольку в году около 30 миллионов секунд, то нетрудно рассчитать, что за год «Минск-32» произведет 300 миллиардов операций. Это значит, что, с учетом возможных потерь времени на повторный счет, на ремонт и вспомогательные операции, для выполнения тех 10^{16} операций, о которых говорилось выше, в год потребуется 25—30 тысяч таких машин. Конечно, при использовании более совершенных компьютеров способных, как я уже говорил, выполнять миллионы операций в секунду, это количество уменьшится, но все равно нашему народному хозяйству нужны тысячи и тысячи «электронных помощников». В США, например, на 1 января 1971 года работало около 70 тысяч компьютеров, причем две трети из них были заняты решением задач управления в экономике.

В нашей стране использование ЭВМ приобретает широкий размах и прежде всего для решения конкретных производственных задач. За годы девятой пятилетки выпуск электронной вычислительной техники увеличился в 4 раза, приборов и средств автоматизации в 1,8 раза при общем росте продукции машиностроения в 1,7 раза. Большое внимание было уделено также и задаче дальнейшего развития работ по созданию автоматизированных систем управления (АСУ).

Как видите, перспектива решения всех объективно необходимых задач управления с помощью компьютеров технически вполне реальна.

— Известно, что за предыдущие годы в промышленности были созданы сотни автоматизированных систем управления всех назначений. Есть они на Львовском телевизионном заводе, московском «Фрезере», на «Красном Октябре», на часовых заводах, на Минском тракторном, Томском «Сибэлектромоторе» и других. Десятки АСУ созданы в строительстве, сельском хозяйстве, торговле, на транспорте, в здравоохранении, просвещении, городском хозяйстве. Не расскажете ли вы, как действуют эти автоматизированные системы?

— Действительно, автоматизированные системы управления созданы на многих предприятиях страны. Одна из них внедрена учеными нашего института совместно со специалистами предприятия на Львовском телевизионном заводе. Называется она «Львов».

По плану завод должен был к 1975 году довести выпуск телевизоров до миллиона в год. Эта задача могла быть решена лишь при высоком уровне механизации и автоматизации работ, а также при соответствующем уровне управления. И как раз этого-то и удалось добиться с помощью системы «Львов».

Управление заводом в целом осуществляется с пульта главного диспетчера. С диспетчерского пульта сборочного цеха и диспетчерских пультов вспомогательных служб осуществляется управление отдельными цехами. Пульт главного диспетчера оснащен телевизором, который позволяет обозревать любой участок предприятия. На нем также есть телефонные селектор, магнитофон для записи переговоров, световое табло и телетайп, на которых отображается информация, поступающая по каналам связи из компьютера. Примерно так же оборудованы и диспетчерские пульты сборочного и вспомогательных цехов.

Ядро системы составляет электронно-вычислительная машина «Минск-22». Она снабжена различными устройствами ввода и вывода информации, блоками, обеспечивающими одновременное решение различных задач планирования и управления, а также другими устройствами, пока серийно не выпускаемыми нашей промышленностью.

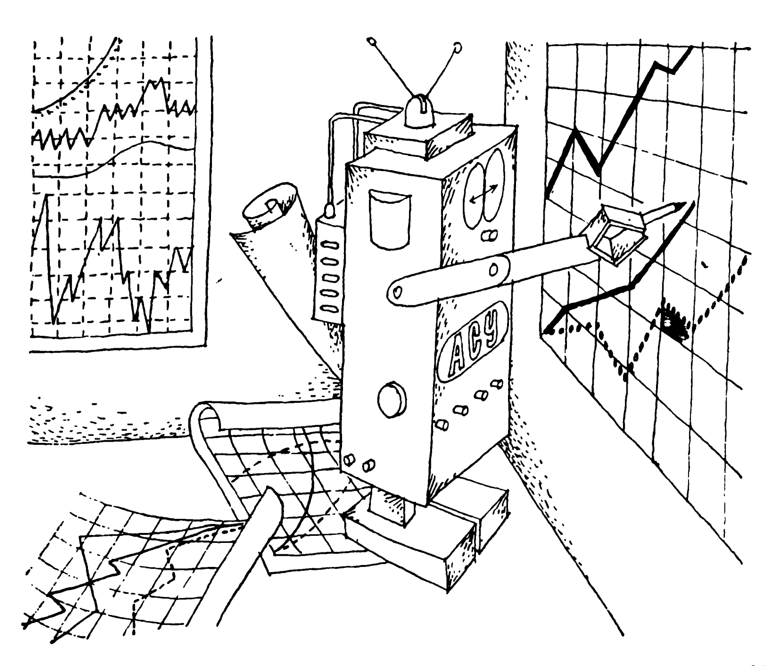
Систему эту мы считаем типовой, так как ее можно использовать и на других машиностроительных заводах массового производства, изготовляющих продукцию малой номенклатуры. Капитальные затраты при внедрении

системы на других заводах могут быть значительно уменьшены по сравнению с затратами на Львовском телевизионном заводе, а срок окупаемости сокращен.

— Не расскажете ли вы о задачах, которые решает эта система?

— С помощью системы «Львов» решается более 30 производственных задач: от учета и планирования материально-технического снабжения до планирования реализации готовой продукции. Ну и самое главное ее достоинство — это, конечно, оперативное управление всем производством, которое осуществляется с помощью программы, содержащей в общей сложности около 200 тысяч команд.

Система позволяет автоматически находить текущую информацию о состоянии дел на предприятии. Она рассчитывает, какую партию каких деталей и когда необходимо запускать в производство, строит и корректирует календарные планы-графики работы, рассчитывает задания цехам, регулирует запасы материалов и комплектующих изделий в комплектно-заготовительном участке. Это дает возможность управлять основными це-



хами и службами завода и учитывать все их взаимосвязи.

Кроме того, система «Львов» позволяет определять общий ритм работы предприятий и сборочных линий, размеры партий обрабатываемых деталей, планы работы завода в этом ритме. Она следит за запасами на поточных линиях, обрабатывает сведения о нарушении планов-графиков и корректирует в случае необходимости первоначальные планы, определяет сменные задания по цехам и участкам, строит график поставок материалов и комплектующих изделий для обеспечения нормальной, ритмичной работы предприятия. Система автоматически планирует количество материалов, необходимых в цехах основного производства, следит за запасами на складах... Результаты решения этих задач используются службами материально-технического обеспечения при планировании и организации поставок, контроле запасов материалов.

Службами финансового контроля и бухгалтерского учета предприятия при анализе экономических показателей и составлении отчетности используются такие решаемые системой «Львов» задачи, как расчеты с поставщиками завода, учет материалов в цеховых кладовых, затраты на основное производство, а также учет работы основного оборудования в сборочном и механоштамповочном цехах.

Система ведет учет основного оборудования, что позволяет организовать действенный контроль его загрузки и учет трудовых затрат на наиболее ответственных участках производства.

Система «Львов» позволяет работать в режиме разделения времени, то есть она одновременно решает необходимые задачи и принимает данные, которые будут нужны ей при дальнейших расчетах.

Я привел далеко не полный перечень того, что делает наша система. Но уже из этого, я думаю, ясно, сколько данных, необходимых для решения различных производственных задач, хранится на магнитных лентах памяти электронного мозга. Здесь и нормативы, и трудовые ресурсы, и состав оборудования, и технические паспорта станков, и состояние материальных запасов, и многое, многое другое.

Мне хочется привести вам один пример, показываю-

щий не только то, насколько компьютер сведущ во всем, что происходит на предприятии, но и демонстрирующий невозможность обмануть его.

Вскоре после внедрения нашей АСУ на Львовском телевизионном заводе произошел следующий случай. Машина передала в один из цехов очередное задание. Мастер, который еще не привык к компьютеру и поэтому не очень-то доверял ему, посмотрел на задание и со злорадством, что наконец-то робот дал маху, отстучал на телетайпе: «Задание невыполнимо. Нет таких-то деталей». Но он еще и от телетайпа отойти не успел, как тот опять заработал. Компьютер невозмутимо уверял, что эти детали есть. Мастер снова проверил — нет деталей, и все тут. Компьютер продолжал настаивать на своем. Спор явно затягивался. И тогда машина сообщила, что эти детали в таком-то количестве были произведены вчера в таком-то цехе, а затем, проделав такой-то путь, попали наконец именно в этот цех.

Стали проверять. И что же вы думаете? Оказалось, кладовщик, прекрасно зная, что именно эти детали дефицитные, просто хорошенько припрятал их, так сказать, «на черный день».

Когда все это обнаружилось, то и мало доверявший компьютеру мастер должен был признать, что обмануть машину действительно не так-то легко. Память машины поистине безгранична, и она прекрасно помнит все, что происходит и происходило не только на всем заводе в целом, но и в каждом отдельном цехе, на каждом производственном участке, конечно, только в том случае, если эти сведения в нее своевременно вводились.

Ценность системы «Львов» не только в ее чудесной памяти. Она позволяет регулировать производственный процесс, предупреждать возможные срывы и планировать все промежуточные операции не только по часам, но и по минутам. Электронный помощник очень аккуратен. Он никогда ничего не забывает и отлично знает, когда нужно заказать необходимые детали, скажем, в инструментальном, литейном и других цехах. Им осуществляется управление материально-техническим снабжением, оперативный контроль не только за наличными запасами на складах, но и за теми материалами, которые должны поступить на завод, может напомнить, что необходимо запустить такой-то штамп, так как через несколько дней, если этого не сделать, предприятие оста-

новится из-за отсутствия такой-то детали. В нужный момент помощник сообщит также, что на складе кончается запас такого-то материала и его необходимо срочно заказать заводу-поставщику. Причем делает он все это сам, без напоминания.

В этой связи мне вспомнился случай, произошедший еще в 1967 году. Я докладывал в Госкомитете по науке и технике о результатах работы. В зале, где проходило заседание, был установлен телетайп, и я предложил присутствующим спросить через него у системы «Львов», что происходит на заводе. Помню, был задан вопрос: «Как дела в третьем сборочном цехе?» — «Сейчас 11 часов 27 минут львовского времени, — незамедлительно ответил компьютер. — Согласно плану на это время нужно было выпустить с конвейера 117 телевизоров. Фактический выпуск — 112. Чтобы войти в график, нужно увеличить количество операторов на 2-м рабочем месте с двух до трех».

И все это электронно-вычислительная машина проделала, никого не вызывая на совещание; мало того, никто на заводе даже и не знал, что такой вопрос был задан. Сведения же, переданные ею, были совершенно объективны, поскольку получены они с датчиков, установленных на конвейере, и на основе анализа многих факторов.

Но если эта справка лишь удивила присутствующих на заседании, то другая просто потрясла. Задали вопрос: кто из поставщиков будет тормозить работу завода через месяц? Машина могла ответить и на этот вопрос, так как в ее память вводились все телеграммы об отправке грузов в адрес завода и она прекрасно знала, откуда какие контейнеры идут, учитывала среднюю скорость движения грузов и данные о дефиците материальных средств.

Такая система практически устраняет ручное составление различного рода вторичных бухгалтерских и отчетных документов и автоматически сама их составляет и печатает. Директор завода нажатием кнопки за секунду получает данные, на подготовку которых раньше уходили дни, а нередко и недели.

Если же говорить о рентабельности, то годы работы АСУ «Львов» показали, что эффективность вложенных средств в ее создание втрое превышает эффективность вложения средств в само производство.

Однако надо сказать, что хотя система «знает», какие из предприятий задерживают те или иные детали, она не может на них воздействовать: ее «власть» распространяется пока только на Львовский телевизионный завод. И все же результаты, которых удалось достичь на этом предприятии, получили высокую оценку многих не только советских, но и зарубежных специалистов.

— Вы сказали, что «власть» вашей системы распространяется лишь на один завод. Не снижается ли от этого ее эффективность?

— Действительно, созданная на одном предприятии, АСУ не раскрывает всех своих возможностей, и прирост продукции на Львовском телевизионном, как показал опыт, составляет примерно 10—15 процентов. Аналогичная картина возможна и на других предприятиях.

Происходит это потому, что система, работающая лишь на одном заводе, может устранять те неполадки, которые возникли на данном предприятии. А многие неурядицы образуются как раз по вине поставщиков. Бывает, что Львовскому телевизионному, например, один поставщик задерживает «керамику», другой — «металл», третий — «полупроводники». Это приводит к нарушению запланированного нормального ритма производства.

Возникает это чаще всего из-за несогласованности в расписании работы связанных между собой предприятий. Скажем, общий материальный баланс будто бы и в порядке, то есть металлических или керамических изделий запланировано выпустить сколько нужно потребителю, а поступает он не вовремя. Заказчику эти материалы нужны в первом квартале, а на заводе-поставщике его выпуск планируют лишь во втором, а то и в третьем квартале.

А ведь одним из важнейших смыслов управления промышленностью, как мы уже выяснили, является организация связей между отдельными ячейками хозяйства, установление между ними слаженного взаимодействия. Конечно, нельзя думать, будто создание АСУ на одном предприятии не помогает и в более широком смысле. Как уже говорилось, автоматизированная система, анализируя документы об отгрузках и предупреждая о будущем дефиците, позволяет руководителям завода принимать срочные предупредительные меры. Но все

это, однако, полумеры. Кардинальное же решение проблемы в согласовании расписания производства сначала всех предприятий отрасли, а затем и во всесоюзном масштабе.

— Если внедрение автоматизированных систем управления на одном предприятии дает прирост продукции примерно 10—15 процентов, то как увеличится этот процент при внедрении АСУ в целые отрасли производства?

— Мировая практика показывает, что чем больше объекты, на которых создаются АСУ, тем больше их экономическая эффективность. Из этого можно сделать вывод, что больший эффект может быть получен, когда автоматизируется сбор данных на всех предприятиях отрасли и имеется координирующий центр в головном учреждении, которым, вероятно, должно быть само министерство. Сейчас трудно точно сказать, каков будет экономический эффект от такой системы, но я думаю, он составит процентов 50—60.

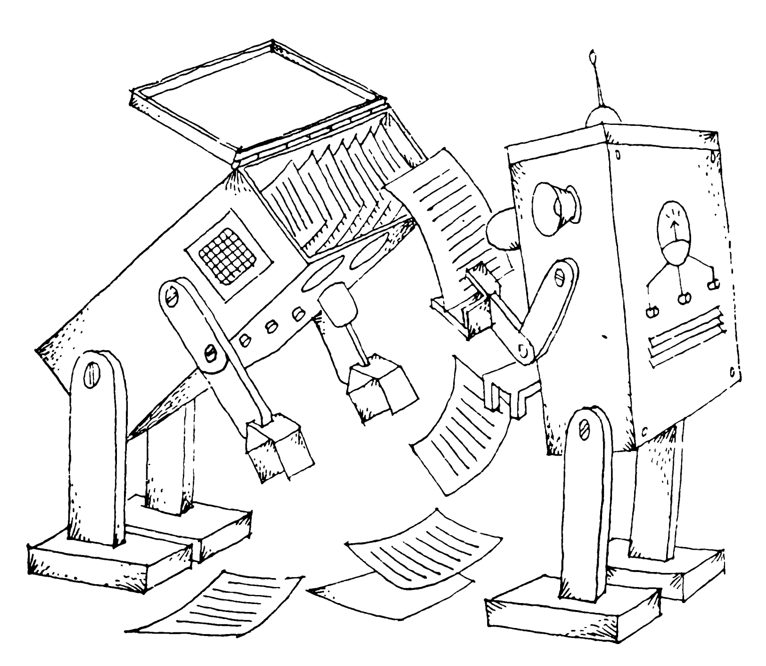
В вычислительный центр такой отраслевой системы по каналам связи систематически и в заранее предусмотренном порядке вводятся сведения о состоянии производства на основных предприятиях. Здесь данные и о наличии сырья и материалов, о выпускаемой продукции, о поставках по внутриотраслевой и межотраслевой кооперации, о загрузке оборудования, а также другая оперативная, плановая, финансовая и статистическая информация. Компьютер с помощью специальных программ анализирует, сортирует все эти данные и размещает их в соответствующих «зонах памяти». ЭВМ сама, без дальнейших приказов со стороны человека, постоянно накапливает данные, заменяет устаревшие более свежими, обновляет те или иные массивы в памяти. И делает это независимо от того, решает она в данный момент какую-либо задачу управления отраслью или нет. Кроме того, в необъятной памяти компьютера хранится и такая редко сменяемая информация, как материальные и трудовые нормативы, ГОСТы, справочники, цены, сведения по типовым технологическим процессам, квартальные планы и тому подобное.

И для получения любой необходимой справки работнику министерства достаточно просто запросить компьютер, и тот ответит без задержки. Все сведения он будет выдавать с такой быстротой, что «беседа» человека и

компьютера мало будет отличаться от беседы двух людей.

При такой отраслевой автоматизированной системе у различных звеньев отрасли появится возможность обмениваться информацией, что повысит ее эффект. А уж от отраслевых систем постепенно можно прийти к созданию широкой общегосударственной сети автоматизированных систем управления — ОГАС. Для этого нужно оснастить все предприятия, объединения и отрасли сетью координационно-вычислительных центров, работающих в одном ритме. Между прочим, одно из достоинств системы «Львов» состоит в том, что она рассчитана на подключение как к отраслевой, так и к общегосударственной автоматизированной системе.

Когда такая общегосударственная система будет создана, любая отраслевая АСУ так же, как и автоматизированные системы на предприятиях, сможет «одолжить» у другой все необходимые ей данные. Головная же система возьмет у тех, что находятся на предприятиях, все сведения о состоянии производства. Сделает она это, как уже говорилось раньше, автоматически.



А раз в любой момент можно получить полное представление о состоянии экономики отрасли, то и решение можно будет принимать, располагая всей полнотой информации.

Кроме того, быстродействующие машины смогут «проигрывать» ситуации, то есть определять все возможные последствия не одного, а целого ряда решений и выявлять наиболее целесообразное из них. Допустим, министерству нужно срочно наладить выпуск новой продукции. Отраслевой вычислительный центр переберет записи в электронной памяти и подскажет, где есть свободное оборудование и как его лучше загрузить.

Можно привести и другой пример использования ЭВМ. Известно, какой большой ущерб производству наносит текучесть кадров. Вроде бы ничего страшного в этом нет: работники все равно остаются в сфере производства. Но каждый меняющий работу должен сначала на новом месте «притереться» к коллективу, на что уходят недели, а то и месяцы, и все это время он будет трудиться не в полную силу. Такая картина будет наблюдаться сразу на двух рабочих местах — там, куда он поступил работать, и на его прежнем месте, куда придет тоже новый человек.

Как разрешить эту проблему? Прежде всего необходимо выяснить причины ухода людей с работы. А для этого приходится сопоставлять различные сведения — возраст людей, их пол, трудовой стаж, заработок, семейное положение и многое другое, выявлять закономерности ухода работников, причины, побудившие их к этому, — и на основе собранных данных создавать необходимые условия для того, чтобы свести текучесть на нет.

Человеку такую задачу решить трудно, а подчас и невозможно; компьютер же сделает это очень быстро.

— Что же мы теряем оттого, что не решаем управленческие задачи на современных, пускай и не совсем совершенных, компьютерах?

— Полностью подсчитать потери такого рода по всему народному хозяйству, как вы сами понимаете, очень трудно. Однако выборочное рассмотрение положения дел на нескольких предприятиях показало, что неполное и неверное решение задач управления приводит к потере до половины имеющихся ресурсов.

— Из всего, что вы рассказали, явно видна перспек-

тивность автоматизированных систем управления. Почему же их так мало на сегодняшний день? Почему их только сотни, а не тысячи?

— Создание автоматизированных систем — весьма сложная и кропотливая задача. На разработку нашего первенца на Львовском телевизионном заводе ушло четыре года. Конечно, столь большие сроки были вызваны тем, что эта система была первой; сегодня на создание ее ушло бы куда меньше времени. Но в любом случае работа это колоссальная. Сложность создания системы управления для всех телевизионных заводов уже возрастает в квадрате, для всей отрасли радиотехнической промышленности — в кубе и так далее.

Но трудность создания таких систем кроется не только в объективных причинах: вся загвоздка в том, что и субъективных вполне хватает.

— Что вы подразумеваете под этим?

— Ну, возьмем хотя бы такой вопрос, как место создания автоматизированных систем управления. Сейчас в стране их разрабатывают многие организации. Конечно, стремление каждого коллектива идти в ногу с научно-техническим прогрессом вполне понятно, но если и дальше поступать так же, то получится, что чуть ли не каждое предприятие будет иметь свой кибернетический центр.

— Разве это так уж плохо? Ваш-то институт кибернетики тоже создавал свою автоматизированную систему для конкретного предприятия — Львовского телевизионного завода.

— Пример не совсем удачен. Мы создали такую систему, которая, как я уже говорил, пригодна для любого завода, типа львовского. Конечно, в каждом конкретном случае требуется некоторая корректировка, привязка системы к конкретному объекту. Подсчеты показывают, что для нужд всего народного хозяйства потребуется всего около тридцати типов общих систем, которые каждый раз будут дорабатываться с учетом специфики разных предприятий. Наша Львовская система «в чистом виде» не станет работать, предположим, на рижском ВЭФе потому, что во Львове, скажем, 20 складских помещений, а в Риге — 21, и, следовательно, требуется уже некоторая перенастройка системы управления. Но это именно перенастройка отдельной, незначительной ее части. В целом же система останется неизменной.

И поэтому в математическом обеспечении любой системы есть некая незыблемая для данного типа предприятий часть, и есть части меняющиеся, лишь в единичном случае приемлемые. Вот почему внедрение кибернетической системы управления — это не только изготовление и монтаж неких «хитрых» и «умных» машин, но и конкретная доводка ее в каждом определенном случае.

Повторяю, это должна быть всего лишь доводка, а не создание новой системы, с огромными финансово-материальными затратами и потерей времени. Необходимо создавать не специальные системы для каких-то конкретных предприятий, а типовые. Нашему институту, например, в течение пятилетки предстоит закончить большую работу по созданию типовых автоматизированных систем для приборостроительных и машиностроительных предприятий со смешанным характером производства.

Возвращаясь к разговору о субъективных трудностях, мне хочется сказать еще вот что. Предположим, типовая система создана. И может быть установлена на заводе. Кто будет заниматься этой установкой? Ведь как внедрять АСУ в общем-то на заводах никто не знает! Чтобы внедрить систему «Львов» на львовском заводе и других, пришлось нам самим учить людей в Институте кибернетики. А разве это дело?! Ну обучим мы специалистов для 10 заводов, для 100, а для 1000 нам уже и силенок не хватит. Но даже если бы мы умудрились обучить их всех, они внедрили бы у себя системы, и после вся наша премудрость им больше ни к чему! Знания их оказались бы одноразового действия. Вышло бы примерно так, как если бы мы подготовили хорошего строителя, он поставил бы себе один дом и больше строительством не стал бы заниматься.

— И что же вы предлагаете? Вообще не обучать специалистов предприятий, на которых предполагается внедрение автоматизированных систем управления?

— Нет, это тоже не дело. Если мы будем внедрять свои системы только своими силами, то этот процесс затянется на многие годы. Выход из положения в одном: в организации специального учреждения, ответственного за внедрение АСУ. Какой-то научно-исследовательский институт разрабатывает систему, а это внедряющее учреждение приспосабливает ее к конкретному предприятию. Оно становится своеобразным монтажным

трестом, где работают и математики, и кибернетики, и программисты. А поскольку они не разрабатывают систему, а только «привязывают» ее, квалификация их может быть несколько ниже, чем их коллег из НИИ, зато умения внедрять эти системы будет больше.

— С какими трудностями встретятся руководители предприятий после внедрения у себя АСУ?

— Нередко бывает, что руководитель завода, приобретя компьютер и снабдив его необходимым количеством программ для решения отдельных задач управления, считает, что он сделал все, чтобы его завод стал современным предприятием. Посчитав так, он вряд ли использует все возможности, которые предоставило ему внедрение этой машины, а его завод не увеличит выпуск продукции более чем на упомянутые выше 10—15 процентов. При переходе на автоматизированное управление таким большим объектом, как, скажем, машиностроительный завод, необходим так называемый системный подход.

Он должен получить не только электронно-вычислительную машину, но и все комплекты программ, вспомогательное оборудование, обеспечивающее подготовку, хранение, ввод первичной информации и подготовку информации вторичной.

Каждый руководитель предприятия, создающего у себя автоматизированную систему управления, должен понять, что внедрение ЭВМ в управление экономикой — это комплексный процесс, предполагающий обязательное решение многих вопросов организационного, экономического, социального и психологического характера. Необходима полнейшая перестройка всей системы управления предприятием, переделка системы документов, перевода их на машинные носители, автоматизация документооборота, позволяющая радикальным образом избавиться от бумажного потока и в полной мере использовать возможности машин.

Очень важным вопросом является также и принцип новых задач.

— Принцип новых задач? Не совсем ясно, что имеется в виду. Ведь внедрение АСУ предприятий нисколько не меняет основной задачи — улучшение управления производством.

— Приобрести компьютер, снабдить его всем необходимым, перестроить управление — это, конечно, очень

хорошо, но все же мало. На тех предприятиях, где компьютер внедряется грамотно, скажем на таких, как Ленинградское оптико-механическое объединение, производственно-техническое объединение «Электрон» на Украине и другие, ввод в действие уже первых очередей автоматизированных систем управления привел к резкому увеличению темпов роста производительности труда, сократил объемы незавершенного производства, улучшил ритмичность работы.

И все потому, что был проведен комплексный, системный подход к внедрению АСУ. Как показала практика, если автоматизированная система управления создается только для задач, которые решаются сегодня, это, как правило, большого эффекта не дает. Успех приходит, когда берутся совершенно новые задачи, которые раньше даже не ставились, поскольку были ограничены возможности человеческого коллектива. Речь идет в первую очередь об оптимальной структуре плана, наивыгоднейшем распределении и перераспределении ресурсов, об управлении запасами, заказами и тому подобное. Ставится задача оптимизации управления теми подразделениями производства, которые обеспечивают наилучшее выполнение предприятиями их основных планов. Именно поиск новых задач и одновременно изменение структуры управления, изменение функций человеческих коллективов, которые работают с компьютером, и является одной из важнейших задач при внедрении автоматизированных систем управления.

— Скажите, с какими трудностями могут встретиться создатели автоматизированных систем управления предприятием (АСУП)?

— Сегодняшние системы вполне соответствуют задачам построения комплексных математических моделей предприятий. Такие модели позволяют, в частности, автоматизировать проведение производственных совещаний, быстро определять ценность предложенных мер по улучшению организации производства и подготовку наилучших вариантов решений. Только в этом случае подобные системы дадут немалый эффект, заключающийся в резком улучшении работы предприятия или отрасли. Приспособление же АСУП к решению рутинных проблем учета и управления в большинстве случаев не приводит к качественному скачку; в лучшем случае оно ограничивает рост административного персонала, со-

кращает сроки рассмотрения вопросов управления да уменьшает число ошибок в расчетах.

Вы спросили меня о трудностях, возникающих при разработке и внедрении автоматизированных систем управления. К сожалению, их еще немало. Возьмите, скажем, проблему комплексной автоматизации прохождения документов. Она сегодня еще не решена, и это мешает ряду действующих АСУП. Нередко приходится затрачивать слишком много времени и ручного труда на ввод данных в компьютер, а в ряде случаев и на окончательное оформление выходных документов. И виной всему — нехватка современного периферийного оборудования для ЭВМ, множительной техники, устройств подготовки данных.

На пути внедрения автоматизированных систем управления предприятий встречаются и другие трудности. Известно, например, что компьютеры требуют зачастую кардинальных изменений в установившихся формах документов. Возьмите хотя бы автоматизированные системы на автотранспорте. Их эффективность можно резко повысить при введении унифицированного документа,



в котором совмещались бы функции путевого листа и накладной на груз. Придав таким бумагам удобный для компьютеров вид, можно просто и удобно готовить их автоматически в соответствующих вычислительных центрах. Если же грузовые автомобили оборудовать специальными устройствами для автоматической отметки на таких документах показаний счетчика, часов и встроенных в рессоры автомашин датчиков веса, то, возвращая документы в вычислительный центр в качестве первичных сведений, можно построить довольно совершенную систему учета и значительно повысить эффективность использования автотранспорта.

Могу привести еще один довольно любопытный пример. Пока, к сожалению, нередки случаи, когда результаты расчетов, полученных в одних автоматизированных системах, передаются другим в виде обычных бумаг, где их снова вручную вводят в компьютер. Со временем, когда будут созданы не только отраслевые, но и Общегосударственная автоматизированная система, необходимость в этом отпадет, так как обмен данными и документами будет проводиться на машинных носителях, в том числе и между АСУ различных ведомств.

— Что должен делать руководитель предприятия, чтобы у него успешно работала АСУП, — ясно. А какие проблемы приходится решать создателям автоматизированных систем управления отраслями и народным хозяйством всей страны?

— Чтобы создать автоматизированную систему управления отраслью или страной, необходимо об этих объектах знать совершенно все. А такое знание можно добыть, только создав так называемые информационные модели объектов. Обработка информации, циркулирующей в них, должна быть централизована. Это не значит, что все данные об объекте сводятся в одну машину, находящуюся в Москве. Необходимо, чтобы была создана единая сеть соединенных каналами связи вычислительных центров, способных обмениваться информацией и знающих в совокупности про экономику данной отрасли все. Конечно, не в тот самый момент, когда произошло то или иное событие, но с опозданием не больше чем на несколько часов в промышленности и на сутки — в сельском хозяйстве и торговле. Завод с заводом не только могут, но и должны устанавливать контакты. У них должна быть возможность соединять свои системы через

центральный коммутационный узел и работать централизованно.

Одно из основных преимуществ такой организации в том, что при ней может уменьшиться поток лишней информации вверх. Почему сегодня рассылается огромное количество бумажек, большинство которых практически совершенно никому не нужно? Предположим, я начальник главка. Вышестоящий руководитель потребовал от меня данные о запасе, скажем, диодов на всех моих заводах. У меня этих сведений под рукой не оказалось. Во избежание повторения подобной истории я на всякий случай пишу циркуляр: впредь подавать мне такие сводки каждый месяц. И несмотря на то, что после этого прошло несколько лет и такие данные больше не требовались и, возможно, вообще никогда не потребуются, бумажки эти все идут и идут; просто так, на всякий случай.

При внедрении автоматизированной системы управления отраслью положение меняется. Теперь я в любой момент могу дать своему вычислительному центру задание «влезть» в память машин на всех заводах и выдать мне подобную справку. При этом я никого на местах не буду отрывать от дела и не буду требовать, чтобы мне впредь ежемесячно присылали подобные сведения.

В этом состоит основной смысл единой централизованной системы.

— Отраслевая АСУ вещь хорошая, но как быть, если не все предприятия данного министерства их имеют? Возможно ли в таких условиях создавать отраслевую систему? Ведь как бы ни старались руководители предприятий, не имеющих АСУП, дать информацию вовремя, им все равно это не удастся. Они постоянно будут отставать от тех, у кого такие системы уже есть.

— Действительно, кажется, что создавать отраслевые системы на базе предприятий, еще не полностью оснащенных автоматизированными системами управления, вроде бы нецелесообразно. Я же считаю, что делать это необходимо. Пример Министерства приборостроения, где действует отраслевая система «АСУ-прибор», хотя и не все его предприятия оснащены автоматизированными системами, подтверждает эту мысль. Кстати говоря, уже подсчитано, что отраслевая автоматизированная система управления Минприбора дает годовой экономический эффект около 15 миллионов рублей. И министерство не

только с каждым годом расширяет сеть своих АСУП, но и создает их по заказам других министерств. Следовательно, даже при таких условиях создавать отраслевые системы есть смысл.

Давайте представим себе на минуту, что получится, если станем создавать головные автоматизированные системы только после перевода всех предприятий на автоматизированное управление. Сначала уйдет немалый срок на внедрение АСУП на заводах. Потом надо будет разработать и отладить их взаимосвязь. И уж после этого приступить к созданию отраслевой системы. Действуя по этому принципу, Общегосударственную автоматизированную систему придется начать создавать не в этой пятилетке, а значительно позднее! Ведь нельзя же надеяться, что все министерства, ведомства, главки, объединения быстро и одновременно закончат создание головных автоматизированных систем!

— Виктор Михайлович, есть еще заводы, на которых созданы АСУ технологическими процессами (АСУТП). Используются ли они при создании отраслевых АСУ и какова их дальнейшая судьба?

— Системы автоматизированного управления технологическими процессами устанавливаются на многих предприятиях. Но некоторые руководители недоумевают, зачем создавать их, если в ближайшем будущем будут построены и ОГАС, и отраслевые системы управления, да и на всех предприятиях будут свои АСУ. Я же думаю, что в условиях всевозрастающей мощности и сложности различных технологических агрегатов и увеличения напряженности режимов их эксплуатации, создание таких систем становится просто необходимым, и внедрение их сегодня — один из важнейших факторов повышения эффективности производства. Опыт их работы это наглядно показывает. Возьмите хотя бы систему автоматизации технологических процессов переработки нефтепродуктов типа «Платформинг» с гидроочисткой. Одна такая установка дает экономию от 400 до 500 тысяч рублей в год. Затраты же на ее создание составляют всего 300 тысяч рублей. Внедрение АСУТП оптимального раскроя проката на предприятиях черной металлургии позволяет ежегодно дополнительно использовать 80 тысяч тонн проката, а это экономия немаленькая. Совсем недавно на крупных доменных печах стали внедряться системы оптимизации тепловых режимов доменных процессов.

По предварительным расчетам, экономический эффект от их внедрения составит около 10 миллионов рублей в год при затратах, не превышающих 8 миллионов рублей.

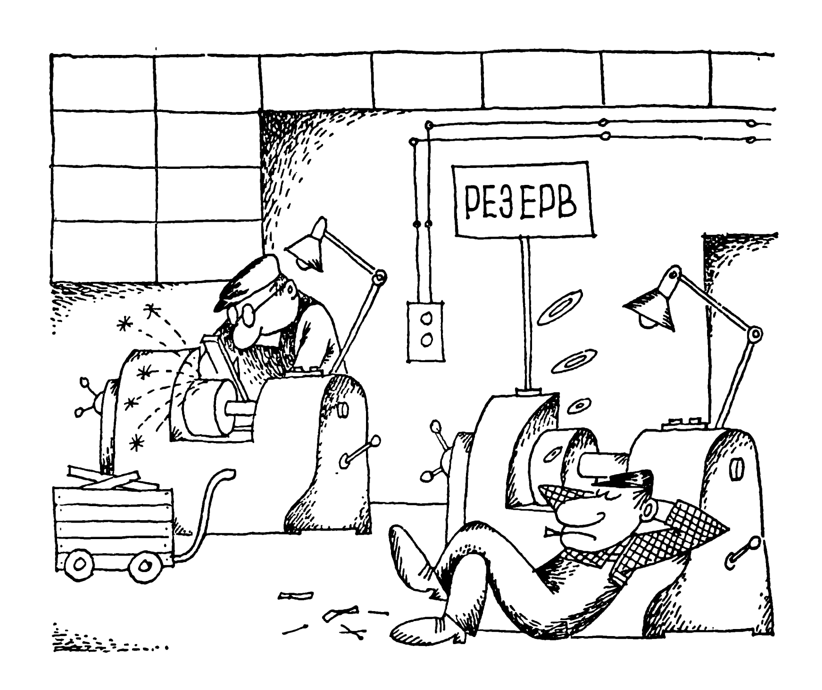
Эти примеры говорят сами за себя. В десятой пятилетке объем работ по созданию и внедрению АСУТП значительно возрастет. Предусмотрено увеличить выпуск приборов и средств автоматизации в 1,6 — 1,7 раза, средств вычислительной техники в 1,8 раза; развивать производство универсальных и управляющих вычислительных комплексов, периферийного оборудования, приборов, устройств регистрации для автоматизированных систем управления технологическими процессами и оптимального управления в отраслях народного хозяйства.

— Интересно получается. Мы имеем три различных типа предприятий: один, где автоматизировано все управление, второй — предприятия с автоматизированными технологическими процессами и третий — заводы, где до любого из этих видов автоматизации еще очень далеко. Как объединить все эти предприятия в одну отраслевую автоматизированную систему и заставить их работать в одном режиме? Нельзя же на предприятиях-потребителях с АСУП создавать такие запасы необходимых материалов и комплектующих деталей, которые гарантировали бы им бесперебойную работу в случае каких-то неувязок с поставками с заводов без АСУП?

— Конечно, такие запасы создавать довольно сложно, да и не нужно. Гораздо проще на каждом предприятии, еще не оборудованном системой, иметь «холодные» мощности производства. Что это значит?

В производственном плане, спускаемом заводу сверху, определяются, как известно, его мощность и в соответствии с нею — план выпуска продукции. Пусть он после этого попробует выполнить какой-нибудь срочный сверхплановый заказ предприятия-потребителя! Завод-поставщик и рад бы дополнительно предоставить ему комплектующие узлы и детали, но вынужден выпускать их в соответствии со своим полученным ранее графиком.

А теперь представьте себе вариант предприятия-поставщика с АСУ. С завода-потребителя им получен сигнал: «Через неделю нам необходима такая-то деталь». Несмотря на то, что на поставщике эта деталь должна



выпускаться через месяц-другой, он через каких-нибудь пять дней высылает ее потребителю в необходимом количестве.

Как это удалось ему сделать? Да очень просто: оборудование на нем было загружено всего на 80—90 процентов, и у него под рукой всегда был резерв мощности. Как только поступил срочный заказ, эти мощности тут же были запущены и выдали дополнительную продукцию в срок.

— Станки могут какое-то время и не работать, а как быть с людьми, с рабочими, которые трудятся на этом оборудовании? Быть может, стоит загружать завод не «под завязку», а, как вы и говорили, процентов на восемьдесят? Остальные же станки пускай производят не основную продукцию, а, например, товары народного потребления. Номенклатура этой продукции пусть будет указана в спущенном плане, а вот общее количество — нет.

— Что ж, может быть, вы и правы. Вполне возможно, что наша промышленность пойдет и таким путем.

— В свое время мне довелось познакомиться с системой «Форсал». Она управляет технологическими процессами производства формалина сразу на нескольких предприятиях европейской части СССР. Причем предприятия эти удалены на десятки и сотни километров как друг от друга, так и от вычислительного центра. Получая по телетайпу из цехов исходную информацию, ЭВМ обрабатывает ее и моделирует дальнейшее ведение процесса при различных заданных условиях, «подсказывает» технологу, как обеспечить максимальную производительность при всех технико-экономических ограничениях и в неясных ситуациях может подсказать нужный выход. Короче говоря, система нужная и очень рентабельная. Я сейчас затрудняюсь точно сказать, какую экономию она дает, помню только, что и тогда, когда она действовала еще не на полную мощность, экономия была значительной.

И все бы в этой системе хорошо, но, как рассказывали специалисты, на многих предприятиях, где ее внедряли, рабочие были не очень довольны. Дело в том, что компьютер так рассчитывал процесс, что он был оптимальным и рабочие перестали получать премии за перевыполнение плана. Перестали они получать поощрения и за экономию сырья, так как и здесь машина рассчитывала все очень точно. Скажите, что делать в такой ситуации? Как сочетать и внедрение автоматизации, и материальное стимулирование?

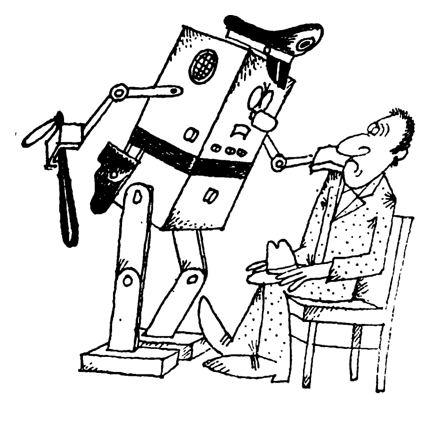
— Подобные примеры мне хорошо знакомы. Я знаю случай, когда методы оптимального планирования автомобильных перевозок, рассчитанные с помощью ЭВМ, не внедрялись потому, что снижали пробег машин. Оказывается, план автохозяйствам задается в тонно-километрах, и людей не могло устроить, что все тонны были перевезены в более короткий срок и с экономией горючего. Им просто не хватало километров для отчета в выполнении плана. И когда сталкиваешься с подобной ситуацией, невольно возникает вопрос: где ж выход? Не внедрять автоматизированные системы потому, что они в какой-то степени подрывают принципы материальной заинтересованности, — нельзя. Внедрять их, махнув на принцип рукой, тоже невозможно. Мне кажется, что выход надо искать в органическом соединении этих двух начал. Эффект даст только их единство.

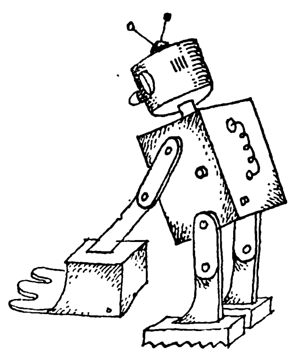
А в случае, который вы привели в качестве примера,

по-видимому, руководители предприятий не до конца продумали, как в новой ситуации использовать принцип материальной заинтересованности. Действительно, оптимальный режим работы технологических установок рассчитывает электронно-вычислительная машина. Но разве может она, скажем, указать пути сокращения времени, затрачиваемого на профилактический ремонт, или вносить рационализаторские предложения по улучшению аппаратуры и приборов? Сможет следить за исправностью агрегатов и за увеличением сроков их межремонтной работы?..

Как видите, поводов для материального поощрения работников этих предприятий можно найти немало. Я наверняка назвал лишь незначительную часть того, что могут сделать люди и не сможет машина. Работники управленческого аппарата могли бы подумать как следует и найти тот оптимальный вариант, который позволил бы им при внедрении автоматизированных систем заинтересовать людей. Уверен, что на тех предприятиях, о которых вы рассказывали, так и сделали. Вы ведь сами говорите, что знакомились с этой системой еще тогда, когда она только набирала силу.

А возьмите, например, недавно созданную автоматизированную информационно-вычислительную систему «Учет», сфера работы которой — металлургические заводы. Создание ее позволяет не только автоматизировать работу бухгалтерии сортопрокатного и крупнопрокатного цехов при составлении отчетов и сводок, но и начислять дополнительные премии оперативному персоналу в зависимости от количества и качества его работы в самой автоматизированной системе.







НА ПУТИ К ОГАС

Этапы создания. Что остается человеку? Объективность и субъективность. Кому страшна автоматизация? «Меньше работников — больше продукции». Все ли специальности хороши? Электронный социолог. Возможности и области применения. ОГАС в действии.

— Виктор Михайлович, известно, что уже сегодня создание автоматизированных систем управления различных уровней идет полным ходом. Недалеко то время, когда они будут управлять всем народным хозяйством страны. Как же произойдет разделение управленческих функций между компьютерами и людьми?

— Создание автоматизированных систем различных ступеней направлено в первую очередь на перестройку той части управленческой работы, которую мы именуем малопроизводительной, или рутинной. И даже при самом высоком развитии электронной техники участие людей в таких автоматизированных системах никогда не будет сведено на нет. Почему я так считаю?

Дело в том, что только человек может поставить перед электронно-вычислительной машиной задание, конкретную цель. Да и критерии, по которым машина отбирает варианты возможных действий, также устанавливает заказчик. Но правильно поставить задачу — это еще не все. После ее решения необходимо оценить, как с ней справился компьютер.

Не умаляется руководящая роль человека и после принятия решений. Кроме руководителя любого, соответствующего поставленной задаче, ранга (будь то начальник цеха, директор предприятия или министр), никто не может придать этому решению окончательную юридическую силу. Это остается только за людьми. Я думаю, что решающая роль человека на двух основных этапах, то есть в начале и в конце работы с компьютером, останется незыблемой.

Из сказанного выше ясно, что мы не собираемся устранять человека от ответственности, так как создать автоматизированную систему, способную обходиться без человека, мы пока не можем. И я думаю, вряд ли кто из нас возьмется с полной уверенностью утверждать, что машина сможет учесть все возможные требования, все сложные ситуации, которые в жизни могут возникнуть совершенно неожиданно.

Мне хочется привести один пример, который очень показателен и в какой-то мере отвечает на ваш вопрос. Однажды по заданию Госплана Украины наш институт разработал программу для расчета распределения денег на школьное строительство. Получив программу, учитывающую 90 всевозможных показателей, ЭВМ распределила деньги вполне «добросовестно». Все вроде бы было

хорошо, и все в общем-то довольны, кроме... Киева. Ему машина выделила... сколько бы думали? Всего ноль-ноль рублей ноль-ноль копеек!

И произошло это, несмотря на то, что в компьютер были введены все возможные показатели, связанные между собой, взаимно исключающие или дополняющие друг друга. Да и сама машина, обладающая такими возможностями самопроверки, что никакой, даже самый опытный фальсификатор ее не обманет, не допустила бы ошибки. Нелепость же оказалась налицо.

Но и машину можно понять: она поступала в некотором смысле справедливо, ведь в Киеве школы действительно обеспечены значительно лучше, чем, в Виннице или Чернигове. И все же человек никогда не пришел бы к такому решению. Кроме всех введенных в компьютер очень правильных и нужных показателей, он принял бы во внимание и другие соображения, которые просто невозможно выразить языком математики и ввести в машину. И именно по этой причине мы не можем, да и не хотим, устранять из управления человека, ибо мы не гарантированы, что подобная история не будет повторяться, так как мы еще не можем объяснить машине все те критерии, из которых исходит человек, принимая то или иное решение. Приведу еще один пример.

В свое время украинские ученые и специалисты, разрабатывая систему снабжения Киева молоком и молочными продуктами, подсчитали, что уже при восьми отправителях и восьми получателях груза количество возможных хозяйственных связей достигает ни много ни мало одного миллиарда. Даже самый гениальный человек не сможет просчитать в таких случаях оптимальное решение: на это способен только компьютер, только автоматизированная система управления, и человек в такой системе вроде бы и не нужен. С другой стороны, разработать и создать ее может только он, да и выбор окончательного решения из всех предложенных компьютером вариантов, как я и говорил выше, тоже всегда будет оставаться за ним, так как для любых важных решений необходим критерий.

Наверное, и этот критерий со временем можно будет заложить в электронно-вычислительную машину, но выработать его должен все же человек! А такой критерий — это, в конце концов, компромисс между рационально правильным и эмоционально приемлемым, по-

лезным, а иногда и просто субъективно приятным — «хорошим». Правда, не надо забывать, что ничем не ограниченный субъективизм в управлении противоречит всей природе социалистического строя и нередко мешает принятию правильного решения. Но какое-то рациональное содружество человека и ЭВМ, чтобы не допустить такого управления, когда полностью уничтожается фактор личности управляющего, необходимо. В противном случае управление превращается в бездушный схематизм, не считающийся с миллионами вечно меняющихся факторов, учесть которые может только человек, то есть, факторов, устанавливающих возможность не только правильных, но и «хороших» решений. А иначе весь процесс управления в конечном счете становится неэффективным.

Выбор окончательных решений в условиях социалистического хозяйства нередко бывает трудным именно потому, что наша советская система не может принять измеряемую только в рублях экономическую эффективность за единственно правильную. Не менее важной мы считаем эффективность социальную, то есть ту, которая учитывает благополучие страны, благо нашего общества, счастье всего народа и каждого человека в отдельности.

— Но любому понятно, что автоматизация, широкое применение компьютеров — это прерогатива не только нашего социалистического строя. В развитых капиталистических странах автоматизация производственных процессов и компьютеризация управления тоже идут полным ходом. Не расскажете ли вы об особенностях этого процесса на Западе?

— В государствах с различным социальным строем и последствия применения средств автоматизации различны. Известно же, например, что любой предприниматель старается в первую очередь автоматизировать такие производственные процессы, на которых заняты рабочие высокой квалификации. И делается это потому, что ему выгоднее уволить с работы, скажем, десять квалифицированных, а значит, и высокооплачиваемых рабочих, работников управленческого аппарата, чем десять чернорабочих, которые получают гораздо меньше. Когда в Соединенных Штатах Америки Институт общественного мнения Гэллапа задал вполне серьезно вопрос: «Страшны ли вам автоматы?», то получил ошеломляющий ответ. Оказалось, что средний американец боится автоматизации лишь немногим меньше, чем... атомной бомбы.



А вот попробуйте спросить об этом у нас. И я уверен, что на вас посмотрят, как на человека, задающего по меньшей мере странный вопрос. Дело в том, что в нашей стране научные достижения, воплощенные в технике, служат не какой-то отдельной категории людей, а всему обществу. И при таких условиях вопрос «Человек или автомат, заменяющий его?», равносильный вопросу «Страшны ли вам автоматы?», теряет всякий смысл. Другое дело дилемма: «Человек без машины» или «общество, в котором человек вооружен машиной». Думаю, что выбор здесь не вызывает сомнений.

— Буржуазные экономисты признают отрицательные последствия автоматизации в промышленности капиталистических стран. Но в то же время они заявляют, что таковы объективные закономерности «технизации» общества, что от этого, мол, высокоразвитым странам просто не уйти и, следовательно, в нашем социалистическом обществе должна наблюдаться подобная же картина.

— Чтобы разобраться в этом, вспомним, каковы цели автоматизации производства и управления в капиталистическом мире. Внешне они звучат весьма благородно,

вроде «применение техники экономит труд». На самом же деле, и это признается официально, большому числу рабочих и служащих приходится нелегко, так как сложно найти работу в стране, где существуют целые армии безработных. При этом можно услышать, что такими «неудачниками» становятся именно неквалифицированные работники, те, кто не достиг высокого профессионального мастерства. Все это верно, но отражает лишь одну грань.

Суть как раз в том, что зачастую в первую очередь автоматизируется, как я уже говорил, квалифицированный труд. Я могу назвать немало примеров, когда компании решались на модернизацию производства даже несмотря на то, что на первых порах это было связано с относительно небольшим экономическим выигрышем. Хотя, как это уже давно известно, главное для хозяев фирмы как раз выгода, а не улучшение условий труда или современность производства.

Президент фирмы «Юнимейшн» вынужден был признать, что автоматические манипуляторы, действуя 5 лет по 14 часов в сутки, окупаются лишь на 40 процентов. Тем не менее сбыт их все время увеличивается, а внедрение как отдельной автоматической линии, так и целых автоматизированных систем сопровождается массовой безработицей. Вполне понятно, чем выше «интеллект» внедряемого автомата или компьютера, тем более высокую категорию работников он оставляет без места. И именно поэтому в эпоху широкой автоматизации процессов умственного труда, творческих процессов в положении безработных оказываются не только простые рабочие, но и клерки, бухгалтеры и даже инженерно-технический персонал, низовые работники административного аппарата.

Бюро трудовой статистики США подсчитало, например, что каждый компьютер лишает работы в среднем 35 конторских служащих. Само собой разумеется, что по мере роста возможностей электронно-вычислительных машин это число будет все увеличиваться.

Повинны же в этом вовсе не машины, а социальная структура государства. Конечно, нередко приводятся различные доводы вроде того, что автоматизация, требуя все более напряженного труда, в конце концов не оставит места для людей, не успевающих к ней приспособиться, людей со средними способностями. Западные

экономисты и социологи утверждают, что и в Советском Союзе при внедрении новых автоматов и технологий нередко увольняются рабочие. И какая-то доля истины в этом есть. Например, выпускавшиеся нашей промышленностью в прошлой пятилетке металлорежущие станки в среднем на 25—30 процентов производительнее прежних, причем в основном благодаря автоматике и программному управлению. А это равнозначно условному высвобождению из сферы производства 240—250 тысяч человек. Но и такие высказывания носят на себе отпечаток социальной системы.

Обратите внимание, я сделал упор именно на слове «условному». Все дело в том, что характер нашей экономики плановый. Ввести какое-либо усовершенствование или изобретение, позволяющее высвободить большое количество рабочих, не подумав о том, где они будут трудиться, никто не позволит. Таких рабочих тут же устроят на другое место, где в них ощутим недостаток. Чаще всего это делается прямо в стенах предприятия. Производство у нас постоянно расширяется, и люди просто переходят с автоматизирующих участков в другие цехи. Если же такой возможности нет, то рабочих, опять же с их согласия, переводят на другие близлежащие предприятия. Причем возможности таких перемещений выясняются заранее, и рабочий практически не теряет ни одного дня.

Возьмите хотя бы широкоизвестный всей стране эксперимент, проведенный на Щекинском химическом комбинате. Как вы, наверное, знаете, проходил он под лозунгом «Меньше работников — больше продукции». И очень скоро обнаружилось, что можно без ущерба для производства высвободить более тысячи рабочих. Была создана специальная комиссия, которая и устроила их на равноценную работу в новых цехах комбината и на предприятиях того же города.

Я ни разу не видел объявлений о том, что такой-то человек не может найти себе работы по профессии. Зато повсюду можно встретить объявления, что на такое-то предприятие требуются специалисты. И если у вас нет профессии, то вам помогут ее приобрести там же, на предприятии. Все это наглядно доказывает, что опасность может возникнуть не из-за достижения автоматизации, а из-за того, в чьих руках эти достижения находятся. И в этой связи невольно вспоминается одно пред-

остережение «отца» кибернетики Н. Винера, который еще на заре автоматизации говорил, что «новое развитие техники имеет неограниченные возможности как для добра, так и для зла. Ничего доброго не может взойти из этих новых возможностей, если их оценивать с точки зрения рынка и денежного хозяйства. Необходимо иметь общество, основывающееся на человеческих ценностях, иных, чем купля и продажа».

Сегодня можно и нужно автоматизировать как управление предприятиями, технологическими процессами, так и работу людей самой низкой квалификации.

На XXV съезде партии была подчеркнута задача исторической важности: «Последовательно решать задачу органического соединения достижений научно-технической революции с преимуществами социалистической системы хозяйства». Значит, и автоматизация неквалифицированного труда отвечает этому требованию.

Мы обязаны постоянно помнить, что, совершенствуя систему управления и автоматизируя ручной труд, мы идем к нашей основной цели — к построению коммунистического общества, к формированию нового человека.

Вот как раз для решения всех этих проблем и имеет огромное значение кибернетика, большие автоматизированные системы управления. Я думаю, что со временем будут созданы так называемые «банки данных». В них от людей будут поступать все сведения, интересующие автоматизированную систему управления. То есть автоматизированная система управления будет знать, что нравится, а что не нравится рабочим в условиях их труда, на какие профессии существует избыток желающих, а какие уже потеряли свою привлекательность, и так далее. Все эти сведения помогут навести порядок в профессионально-квалифицированном составе работников. Где-то нужно будет отрегулировать оплату труда, где-то повысить престиж профессии.

Располагая полной информацией, можно будет легче избавиться от тех видов труда, тех специальностей, которые утрачивают или уже утратили в глазах современников всякую привлекательность.

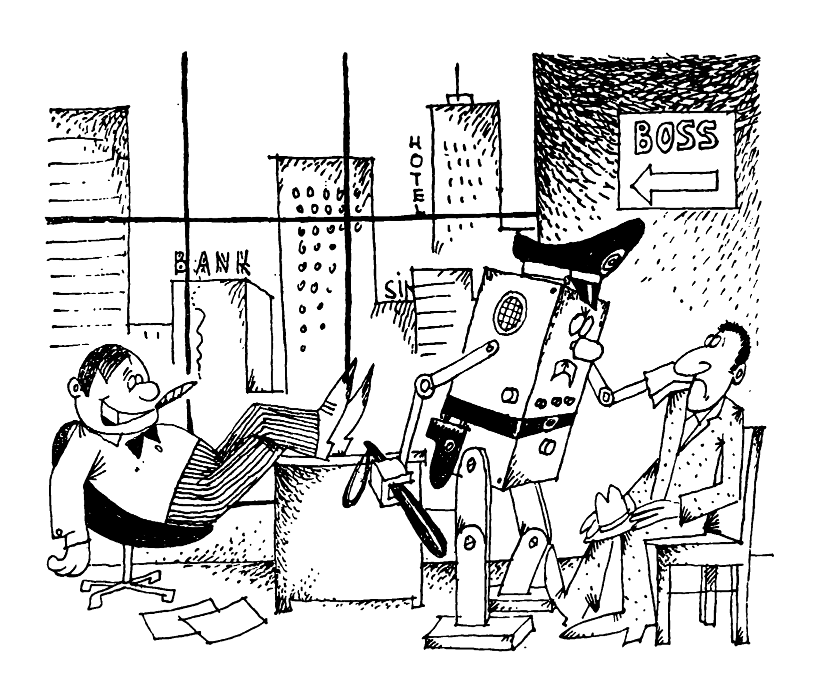
Кроме того, такая всезнающая система сумеет кому-то помочь сменить место работы, а то и профессию, если они по каким-либо причинам не устраивают. Причем, все это не просто пожелания. Сегодня управлению как отдельным предприятием, так и целой отраслью и даже

всем народным хозяйством необходимо знать, чего от него хотят люди, какие у них есть пожелания, что мешает в работе...

Не думайте только, что каждый человек обязан будет давать сведения в такие электронные «банки данных». Самое важное в том и состоит, что только он сам может решить, стоит ли ему «беседовать» с кибернетическим мозгом или нет. Он же определит и ту меру откровенности, которую сочтет нужной. Все это будет возможно опять же только с учетом того, в чьих руках находится такая ЭВМ или же целая система автоматизированного управления. Говоря о «банках данных», я имел в виду только наш, социалистический строй. Только при нем можно добиться пользы от таких систем. В противном случае может получиться что-то вроде системы электронного шпионажа за всеми и каждым. Вспомним замечание В. И. Ленина о вопиющем несоответствии огромных возможностей техники в эпоху научно-технической революции и капиталистических производственных отношений. Это несоответствие наглядно видно и при создании автоматизированных систем управления экономикой в национальных масштабах. В условиях жесточайшей конкуренции и различий интересов отдельных фирм и корпораций такая система просто невозможна.

И это не преувеличение. Ведь даже для создания системы оптимального управления в рамках только одной фирмы необходимо знать планы конкурентов. А они, что вполне естественно при капиталистических методах ведения хозяйства, являются тайной. Не потому ли внедрению автоматизированных систем управления в капиталистических странах сопутствует новая «отрасль» деловой деятельности — промышленный шпионаж?

Для шпионажа такого рода используются всевозможные методы: так называемое «агрессивное исследование рынка», переманивание специалистов, подкуп и кража. Но это, так сказать, старые методы. Ныне все шире используются достижения техники. Свою роковую роль в промышленном шпионаже сыграла и миниатюризация. Сейчас промышленные шпионы все чаще прибегают к установке подслушивающих аппаратов. И если совсем недавно это было довольно сложным делом, то сегодня занимает всего несколько минут. А все благодаря тому, что передатчики стали настолько малы, что замаскировать их ничего не стоит. Есть радиопередатчики,



встроенные в часы, вмонтированные в шариковый карандаш, в микрофонный капсюль телефона. Есть микрофоны в виде гвоздя, который вбивается в наружную стену помещения и дает возможность подслушивать все, о чем говорят внутри; есть передатчики в виде оливок для коктейля и бесконечное множество других всевозможных передатчиков и микрофонов.

Разве может в таком мире человек быть откровенным в «беседе» с компьютером? Ведь он прекрасно понимает, что в обществе, где все продается и покупается, информация «банков данных» тоже может стать предметом купли-продажи. Дирекция компании сможет, принимая человека на работу, узнать таким способом о его взглядах, о его отношении к тем или иным внешнеполитическим или внутриполитическим событиям. Но при чем же здесь техника?

Во всех вышеизложенных ситуациях дело не в конструкции тех или иных механизмов, а в общественной механике, не в технических устройствах, а в социальном строе. Волеизъявление масс, тем более свободное волеизъявление, — дело очень важное и нужное. И я думаю,

что эту новую ступень в системе управления можно смело назвать качественно новым, современным этапом во всей нашей экономике.

Резюмируя все то, о чем мы говорили раньше, скажу, что эта качественно более совершенная ступень должна резко повысить и производительность труда, и его культуру, может сделать жизнь человека более прекрасной. Ведь любой из нас сможет быстро исправлять ошибки в выборе профессии, меняя ее на ту, к которой почувствуется настоящее призвание. Так же свободно можно будет сменить место работы, если по каким-то причинам оно не устраивает.

Именно это и явится одним из важных показателей преимущества нашего строя. Ведь где еще, как не при социализме и коммунизме, человек может смело менять вроде бы устоявшееся течение своей жизни?

Стоит подчеркнуть и другую мысль: свободное волеизъявление позволит нам регулировать выпуск отдельных товаров. Представьте себе, завод выпускает определенный вид продукции. И вот начинают поступать сигналы, что потребителям эти изделия перестают нравиться. Не дожидаясь затоваривания, завод прекращает его выпуск и переходит на новый, более совершенный вид, разработанный с учетом пожеланий потребителей.

Кстати говоря, такое быстрореагирующее на запросы потребителей производство тоже преимущество нашего строя. Ведь здесь потребитель диктует свое желание производству, а не предприятия навязывают свою волю потребителю.

— Преимущества свободного общения человека с компьютером ясны. Невольно возникает вопрос, а не потребуют ли эти «взаимоотношения» от человека чего-то нового, того, о чем он раньше и не помышлял, не накладывают ли на него какие-то новые обязанности?

— Внедрение автоматизации в управление как отдельным производством, так и народным хозяйством в целом — это не только улучшение управления, но, если хотите, и демократизация его. Что я при этом имею в виду?

Представьте себе, что вы — руководитель предприятия, на котором внедрена автоматизированная система управления. Как только работа ее наладилась, сразу же освободились люди, занимавшиеся прежде обработкой огромного количества всевозможной производственной

информации, высвободилось время, уходившее на эту трудоемкую, утомительную и не очень творческую работу. Волей-неволей эти люди вовлекаются в новые процессы, у них появляется больше свободного времени для творчества, они получают увлекательнейшую возможность думать, изобретать, вносить рационализаторские предложения.

Вы можете сказать, что такая возможность была у них и раньше и что рационализаторов всегда поощряли, выдавая им премии, выделяя льготные путевки, улучшая вне очереди их жилищные условия.

Но спросите любого из таких изобретателей, сколько времени уходило у них на расчеты, проверку, обоснование... Им приходилось неоднократно обращаться за всем этим к специалистам, прибегать к их помощи. Да и они не всегда способны оценить достоинства изобретения или рацпредложения.

Теперь же на вашем предприятии появился верный помощник и консультант — компьютер. Вам ничего не стоит «пропустить» эти предложения через него. Он довольно быстро обработает их, и если будет необходимо, то «посоветуется» с другими компьютерами, «убедится» сам и сумеет убедить вас, что предложения эти имеют право на жизнь.

Автоматизированные системы управления сами не принимают решений, делают это люди, мы об этом говорили. Но АСУ способны проводить какие-то сравнительные анализы данных и выводить затем на соответствующие уровни управления варианты для того, чтобы люди приняли решение.

Скажем, на каком-то машиностроительном заводе, подключенном к системе, технологи предлагают новую технологию, которую можно осуществить, несколько изменив планы предприятий-поставщиков. Автоматизированная система «оценит» новинку; найдет поставщиков, способных вовремя поставить сырье и комплектующие детали; «обмозговав» всю проблему, выскажет соображения об оптимальном варианте ее решения и выведет его на соответствующий уровень управленческой иерархии. Эта инстанция, например министр, получит результат поиска, четко обрисованную ситуацию, которая возникнет в результате принятия предложенной заводом технологии. И он будет принимать решение уже с полным сознанием результатов этого решения. Как видите,

эффект от автоматизированной системы управления не только в улучшении планирования и возможности видеть картину в масштабе такой большой системы, как целая отрасль, выгода еще и в том, что внедрение новых идей идет намного быстрее.

Эту возможность каждого участвовать в управлении я и называю его демократизацией.

— Перейдем теперь к самому главному — к Общегосударственной автоматизированной системе сбора и обработки информации для учета планирования и управления народным хозяйством (ОГАС). В Директивах XXIV съезда КПСС об ОГАСе говорилось как о будущем, основы которого закладываются уже сегодня. Не скажете ли вы, когда она появится на свет, так сказать, в законченной форме?

— Вы задали сложный вопрос. Дело в том, что такая большая и сложная система, как ОГАС, — это не что-то единичное, и создаваться она будет не в каком-то одном определенном месте, а по всей стране, на каждом предприятии, в каждом колхозе, совхозе, короче говоря, в каждом звене народного хозяйства. Процесс создания ее длительный, и его можно разделить на два этапа.

На первом будут созданы отраслевые и ведомственные АСУ во всех министерствах и ведомствах страны и в ряде министерств и ведомств союзных республик. В этот период будут разработаны такие основные функциональные системы, входящие в ОГАС, как автоматизированная система плановых расчетов, автоматизированная система плановой статистики, автоматизированная система управления научно-техническим прогрессом. Будет также осуществлено взаимодействие вычислительных центров отраслевых и ведомственных систем управления с системами плановых расчетов и государственной статистики. В конце этого периода на комплексе первой очереди ОГАС, куда войдут Главный вычислительный центр Госплана СССР, вычислительные центры госпланов союзных республик, вычислительные центры некоторых отраслевых систем, уже можно будет проводить расчет вариантов перспективного плана развития народного хозяйства СССР.

На втором этапе создания ОГАС осуществляется полный переход на автоматизированную систему управления всем народным хозяйством. Для этого создается Общегосударственная система передачи данных, орга-

низуются во всех крупных экономических районах страны центры коммутации сообщений, развиваются необходимые каналы связи, соединяющие основные вычислительные центры и центры коммутации сообщений, формируются и оснащаются современной техникой вычислительные центры. Кроме того, производится рациональная перестройка органов управления народным хозяйством, совершенствуются методы и формы управления. На все это, по нашим оценкам, потребуется 10—12 лет.

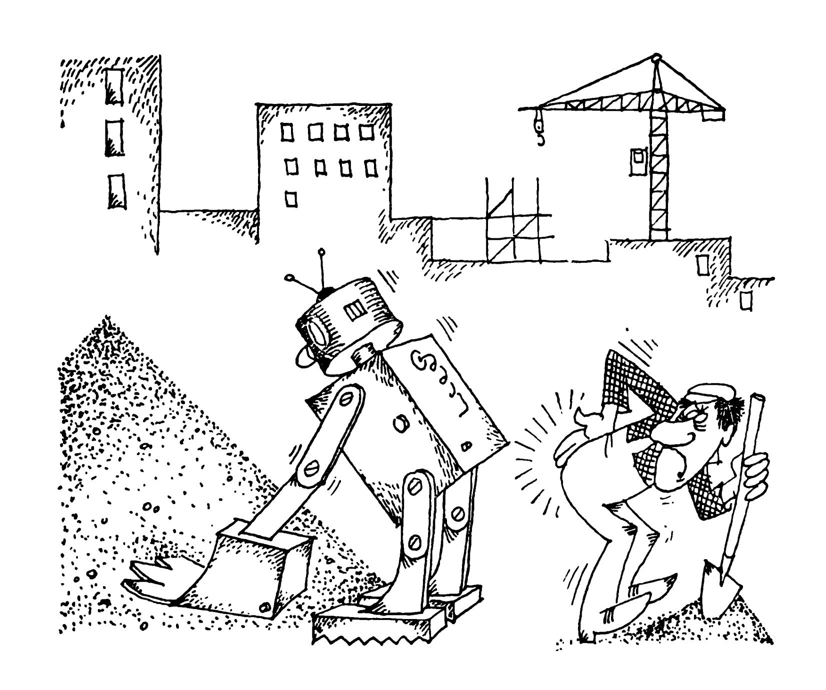
— А до того как система полностью войдет в строй, работать она сможет?

— Сможет. Она будет функционировать и до полного завершения работ, опираясь на существующие автоматизированные системы и вычислительные центры и подсоединяя вновь вводимые.

Но чтобы процесс создания Общегосударственной автоматизированной системы протекал как можно быстрее, необходимы усилия не только кибернетиков, электронщиков, специалистов и рабочих заводов, производящих компьютеры. Надо, чтобы каждый руководитель, от которого зависит перестройка того или иного звена народного хозяйства, сразу же принимал такое решение, в котором определялся бы весь объем перестройки и те сроки, в которые должны окончательно завершиться все работы. Тогда все решительно возьмутся за дело, и никто не будет вставлять палки в колеса, ссылаться на трудности, неувязки, которые, как мы уже говорили, всегда встречаются при внедрении нового. Чтобы ОГАС как можно скорее вошла в строй, необходимо на каждом этапе и на каждом предприятии, колхозе и совхозе, производственном объединении, тресте или министерстве проект перестройки управления начинать не с маленьких отдельных шажков, а с генерального решения по всему проекту. Другое дело, что воплощение этого решения в жизнь может осуществляться постепенно.

Перестройка управления — дело не из простых, и, чтобы осуществить ее, нужны люди, умеющие работать по-новому, люди, обогащенные знаниями, так как без соответствующего уровня знаний никакая перестройка невозможна.

— Работа такой системы, как ОГАС, приведет, вероятно, к сокращению управленческого аппарата, да и не все, наверное, смогут работать в новых условиях. Не вы-



зовет ли это недовольства со стороны отдельных категорий людей?

— А я, разумеется, и не собираюсь уверять вас в том, что только в капиталистическом обществе люди не хотят работать в содружестве с компьютером. У них на это есть свои причины, главная из которых — боязнь безработицы. Вполне возможно, что и у нас далеко не все с восторгом захотят трудиться бок о бок с ЭВМ. Внедрение их поставит и перед нами сложные задачи. Не надо только забывать, что в условиях планомерного сокращения продолжительности рабочего дня и рабочей недели человеческие ресурсы, освобождающиеся в результате автоматизации, будут поглощаться такими областями, как, скажем, образование, здравоохранение... Ведь никакая автоматизация не способна заменить личный пример учителя, человеческую теплоту и участие врача, которые подчас значительно важнее лекарств. В здравоохранении, в народном просвещении и других сферах, где важен прямой контакт между людьми, всегда сохранится место для чисто человеческой деятельности. Хотя я не стану отрицать, что и в этих областях

автоматизация найдет широкое применение, только место ее будет не основным, как, скажем, в производстве, а вспомогательным.

На свой вопрос «Все ли смогут работать с компьютерами?» вы ответите сами, если сравните современный телевизор и радиоприемник с приборами 20-х годов. Вы убедитесь, что существенное усложнение схем и конструкций нынешней аппаратуры сопровождалось упрощением обращения с нею и ее эксплуатации. И сомневаться в том, что закономерность будет действовать и в дальнейшем, нет оснований. А раз так, то мы можем с полной уверенностью утверждать, что будущая, пускай и чудовищно сложная техника больших автоматизированных систем все же станет подвластна не только специалистам, как это происходит сейчас, но и простым людям.

Получается как бы движение с двух сторон. С одной — значительно упростится управление электронно-вычислительными машинами, а с другой — повысится умение обращаться с этой техникой. Сравните, например, такую работу, как составление программ для современных компьютеров и для первенцев электронно-вычислительной техники. Сегодня, несмотря на то, что программы все усложняются, составлять их стало гораздо легче, чем лет двадцать назад. Не следует забывать и того, что постоянно строятся новые и совершенствуются старые специальные языки для облегчения общения человека с машиной. Как я уже говорил, проводятся многообещающие эксперименты по обучению компьютеров обычному человеческому языку, по передаче команд машине голосом и т. д. Все это значительно упрощает общение человека с ЭВМ и, следовательно, требует от него меньшей подготовки, квалификации более низкой, чем несколько лет назад.

Отмечу, что управление даже такой большой системой машин, как ОГАС, в недалеком будущем станет в принципе более простым делом, чем управление менее сложными современными системами, требующими подробных инструкций для каждого шага работы, а значит, и специальных знаний.

Можно с полной уверенностью утверждать, что управлять даже самым сложнейшим электронно-вычислительным комплексом будущего сможет любой человек.

— **Виктор Михайлович, все, о чем вы сейчас расска-**

зывали, касалось в основном проблем сегодняшнего дня или самого ближайшего будущего. А что будет представлять собой Общегосударственная автоматизированная система управления лет через 10—20?

— Делать дальние прогнозы о такой быстро развивающейся науке, как кибернетика, нелегко. История знает, как неожиданные открытия нередко коренным образом меняли направление и характер развития многих, казалось бы, полностью устоявшихся областей науки и техники.

Разве мог кто-нибудь лет 50 назад предугадать, например, пути развития атомной энергии? Даже крупные специалисты прошлого века не могли бы поверить, что обыкновенный луч света способен за секунды разрезать стальной лист или приварить отслоившуюся сетчатку глаза, как это делает сегодня лазер. А мог ли человек, разъезжавший на тройке, поверить, что пройдет не так уж много времени, и путь от Москвы до Нью-Йорка он будет покрывать всего за несколько часов, а от Земли до Луны — за несколько суток?

Так и мне сейчас довольно трудно точно сказать, что будет представлять собой ОГАС через два десятка лет. Ясно только одно: к тому времени создание Общегосударственной автоматизированной системы будет закончено. На всех предприятиях и во всех учреждениях нашей страны будут созданы как производственные, так и отраслевые системы, и они будут связаны между собой и «по вертикали» и «по горизонтали», то есть и друг с другом, и с вышестоящими инстанциями.

— А можно ли сейчас, хотя бы приблизительно, подсчитать, какова будет рентабельность, «коэффициент полезного действия» Общегосударственной автоматизированной системы после ее завершения?

— Вы, наверное, помните, когда-то мы говорили, что если управление автоматизируется в масштабе одного предприятия, то показатель эффективности (соответствующий рост прибыли и увеличение роста продукции) будет примерно 10—15 процентов, для отраслевых автоматизированных систем — 50—60. После завершения создания ОГАС эта цифра будет достигать, на мой взгляд, 100 процентов.

Но дело все-таки не только в этих процентах, хотя, конечно, и они очень важны. Дело в том, что грандиозная память человеческая, сконцентрированная в ОГАС,

не будет только памятью и по требованию, скажем, экономиста выдавать сведения о том, где и сколько на металлургических заводах производится проката, какие заводы и в каком количестве нуждаются в этом прокате. Гораздо важнее, что она сама сможет решить задачу о путях наивыгоднейшей транспортировки продукции к потребителям и проинформирует его о выбранном ею решении. Более того, компьютер сумеет, опираясь на свои «знания» текущего состояния и потенциальных возможностей экономики страны, проверить «в модели» все последствия того или иного важного решения. То есть ОГАС станет не просто вместилищем информации, а именно электронной информационной системой, которая не только вберет в себя всю информацию и будет хранить ее, но и сможет оказать услуги по техническому подбору ее и переработке в заданном плане. Этой же системе будет поручено и проведение различного рода социологических опросов, в которых сможет участвовать все взрослое население страны.

Коренным образом изменятся и наши представления о связи. Современная система связи — это только канал для передачи информации, канал, который соединяет жаждущих информации с очень ограниченным, по сути дела, источником ее. Создаваемая в нашей стране единая система связи включит в себя огромный парк электронных машин и превратится в Единую систему хранения, обработки и передачи информации. В ее задачу будет входить не только установление связи между людьми, но и людей с машинами и машин между собой. Я думаю, что сбор информации в зоне действия большого вычислительного центра — отраслевого или территориального — будет вестись с помощью телефонов и телеграфа. Для обмена же данными между такими центрами можно будет использовать телевизионные каналы в ночное время. Подключение единой системы связи к Единой информационной системе равносильно тому, что будет информация черпаться из практически безбрежного ее источника.

Правда, создание такой информационной системы будет довольно продолжительным процессом. После завершения ОГАС или параллельно с ее созданием будут строиться сети по отраслям научных и технических знаний. Потом будут созданы сети общекультурных знаний. Далее произойдет их слияние.



Создание такой Единой информационной системы не только принесет огромную пользу людям, но и благотворно скажется на «уме» самих ЭВМ. Включение компьютеров в такую огромную систему и будет означать, в сущности, не только возможность «обучения» их на своем собственном опыте, но использование ими всей суммы накопленных до них знаний.

На XXV съезде КПСС говорилось о необходимости осуществлять меры по совершенствованию планирования. Отмечалось, что нужно полнее учитывать в планах общественные потребности и предусматривать их удовлетворение при наименьших затратах трудовых, материальных и финансовых ресурсов, обеспечивать сбалансированность планов на основе совершенствования системы натуральных и стоимостных балансов, балансов производственных мощностей и трудовых ресурсов.

Много внимания уделялось и совершенствованию системы взаимоувязанных народнохозяйственных планов — долгосрочного, пятилетнего и годовых, обеспечению более полного сочетания отраслевого и территориального принципов планирования. Призывалось шире

использовать в планировании программно-целевой метод, осуществить разработку комплексных программ по наиболее важным научно-техническим, экономическим и социальным проблемам.

И вполне понятно, что огромную помощь во всем этом окажут автоматизированные системы управления всех уровней и создающаяся в настоящее время ОГАС.

— Как же люди будут общаться с этой огромной, разветвленной системой?

— Создание и усовершенствование светящихся люминесцентных экранов, экранов на жидких кристаллах и различных копирующих устройств позволит любому из нас получить быстрый доступ ко всему информационному богатству человечества. Пульты Единой информационной системы войдут в каждую семью и станут столь же привычными и обыденными, как стали сегодня телевизоры и телефоны. Через считанные секунды после запроса абонента любая книга из Библиотеки имени В. И. Ленина сможет быть «выдана» читателю любого города на телеэкран его пульта. Буквально тотчас он сможет иметь у себя копию старинного манускрипта, сведения о только что найденном новом научном факте, справку о свойствах тех или иных материалов. Вполне возможно, что газеты и журналы перестанут выходить в привычном для нас виде. На том же самом экране можно будет увидеть по своему желанию полосы любой выходящей в стране газеты, страницы любого журнала.

— Это, пожалуй, неплохо. Но как быть с довольно сильной привычкой человечества читать свежие новости на остановке или в транспорте? Надо от нее избавляться?

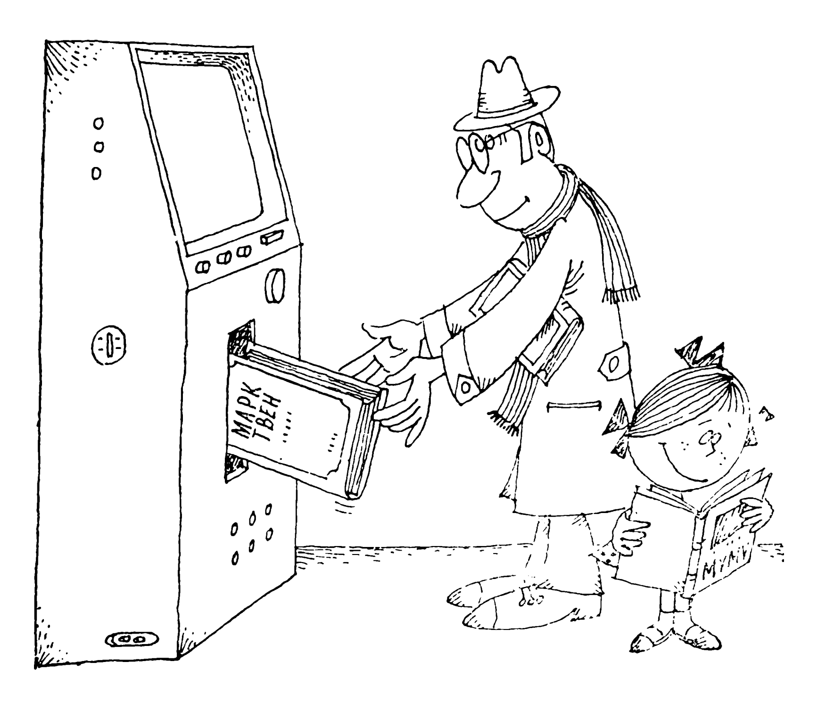
— Избавляться от нее нет никакой надобности. Вам достаточно будет дома взглянуть на экран, выбрать заинтересовавшую вас полосу газеты, нажать соответствующую кнопку, и пожалуйста, читайте себе ее на здоровье в любом удобном для вас месте.

По вашему запросу в любое удобное для вас время вы сможете прослушать любую лекцию, какие, например, читаются сегодня по учебной программе телевидения. Лекции эти могут храниться в памяти электронно-вычислительной машины. Если вы что-то не поняли в этой лекции или кто-то отвлек вас во время ее передачи, вы сможете вернуться назад и прослушать необходимый раздел сначала. Мало того, вы сможете задавать

лектору вопросы и тотчас получать на них ответы. Многие вопросы, задаваемые ранее, повторяются, и их, и ответы на них система помнит. Так что подобрать нужный ответ на ваш вопрос ей не составит труда.

Такова вполне вероятная перспектива «вычислительной», по современной терминологии, техники. Пусть нарисованная картина может показаться нам сегодня несколько фантастичной, но завтра она будет вполне реальной.

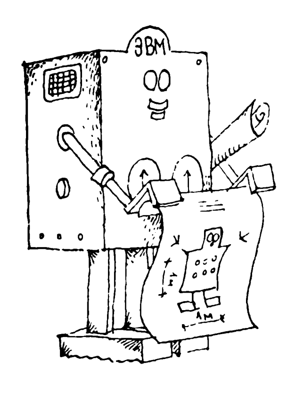
— Виктор Михайлович, вы говорили, что в такой системе будет храниться чуть ли не вся информация, накопленная человечеством как за всю его историю, так и «за последние пять минут». И разве можно допускать, чтобы совершенно все из этого океана информации было доступно любому человеку? В конечном итоге это может принести и немалый вред. Я не говорю уж о данных, имеющих секретный характер, но есть информация, предназначенная лишь для определенных групп людей, детям до определенного возраста не стоит знать то, что предназначено для взрослых. Да, к примеру, и медику



совершенно не обязательны сведения, необходимые дипломату.

— Ну, это уж совсем не проблема. В конце концов, каждую информацию можно закодировать. И чтобы получить доступ к ней, надо будет набрать определенный код на пульте с клавиатурой. Да и сами пульты в различных учреждениях могут быть разными. Так что регулировать доступ к секретной информации можно довольно просто.

В дальнейшем, когда ОГАС и различные электронные кладовые объединятся в одну гигантскую универсальную систему, она будет работать при участии людей и во имя людей. Огромные преимущества нашего социалистического и коммунистического общественного строя, помноженные на информационную мощь электронно-вычислительных машин будущего, помогут создать изобилие материальных и духовных богатств.







КОМПЬЮТЕР МЕНЯЕТ ПРОФЕССИЮ

ЭВМ доказывает теоремы. Все ли может машина? Проектирует компьютер. Режим диалога. Поиски общего варианта. Кто лучше проложит трассу? Ученый нуждается в помощи. ЭВМ приходит в редакцию. Человек в цифрах. Электронный эскулап. Компьютер в больнице.

— Виктор Михайлович, в прошлой беседе вы доказали, что компьютеры совершенно необходимы в управлении промышленностью, экономикой и всем народным хозяйством. Однако вряд ли это единственные области, где сегодня не обойтись без этих умных помощников. Не назовете ли вы другие профессии «электронного мозга»?

— Уже сегодня компьютер просто незаменим, например, в таких областях научной деятельности, как доказательство теорем и построения теоретических схем, обобщающих результаты экспериментов. Только на первый взгляд может показаться, что дело это не очень важное. Обходились же раньше ученые без компьютеров и успешно решали различные математические задачи. Однако не надо забывать, что в наши дни «пропускная» способность человеческого мозга начинает тормозить создание необходимой сложности теорий и доказательств и бывают случаи, когда для решения той или иной задачи математики или теоретической физики ученый тратит десятки лет напряженного умственного труда. Компьютер же способен на гораздо большую «производительность». Уже созданы электронно-вычислительные машины, добывающие некоторые математические истины в сотни раз быстрее человека. ЭВМ менее чем за девять секунд доказала все 350 теорем из известной книги Б. Рассела по математической логике, часть из которых еще не была выведена учеными. Интересно и то, что в процессе доказательства новых теорем она использовала собственные теоремы. Можно привести и другой пример. Известно, что для того, чтобы найти общий метод решения квадратных уравнений, знакомый каждому школьнику, человечеству потребовалось несколько сот лет. Современный электронный мозг может вывести его за несколько минут.

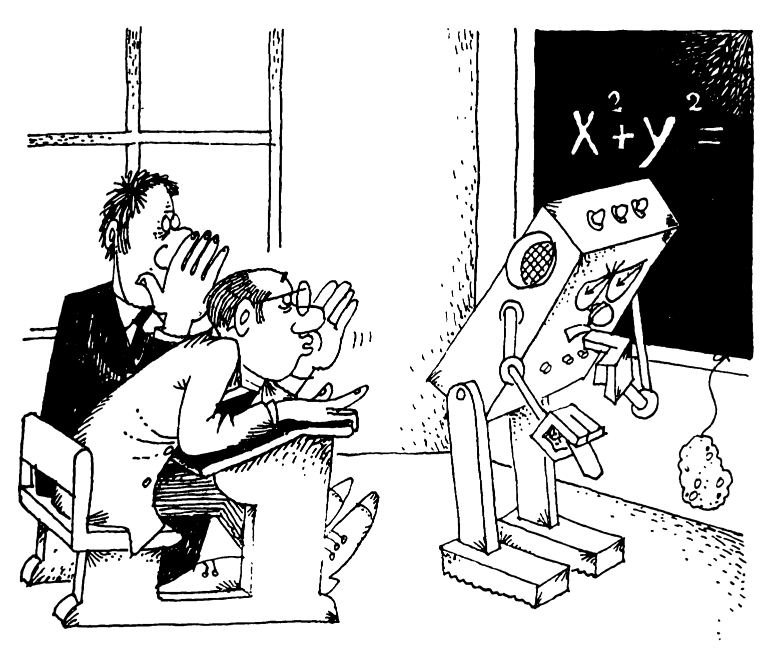
Но дело не только в сокращении сроков решения сложнейших задач и увеличении интеллектуальной мощи человека. Важно другое: применение компьютеров даст возможность ученым строить такие сложные теории, которые сейчас им просто недоступны. А в таких теориях кроется не только чисто научный интерес, из них можно получать практические выводы, умножающие власть человека над природой.

— Как же выглядит такое автоматизированное доказательство?

— Предположим, ученый поставил перед машиной задачу — доказать новую теорему. Пытаясь это сделать, она на первых порах может с ней и не справиться. Тогда ей, как ученику на уроке, подсказывают, какой прием лучше применить или какую сделать подстановку. Двигаясь по предложенному пути, она опять может встретить сложную ситуацию, и ей снова потребуется помощь. Возможно, что ученый сразу и не сообразит, как лучше поступить дальше и в каком направлении вести доказательства, и пока он будет думать, ЭВМ будет терпеливо ждать.

Но вот нужное направление решения найдено, объяснено машине, и она продолжает процесс доказательства.

Кстати говоря, А. Эйнштейн, признавая за машиной способность решать любые проблемы, считал, что она никогда не сможет поставить ни одной новой. Жизнь опровергла его сомнения: сегодня существуют программы, по которым машины не только доказывают готовые теоремы, но и формулируют новые, подлежащие доказательству. Мало того, уже всерьез обсуждается вопрос об установлении критериев, по которым компьютер мог



бы оценивать степень научной ценности той или иной новой проблемы и формулировать наиболее интересные из них.

— Какой же вид интеллектуальной деятельности человека вы считаете необходимо автоматизировать в первую очередь?

— Безусловно, техническое проектирование и научное творчество... Это уже стало насущной потребностью сегодняшнего дня. Известно, что научно-технический прогресс неизбежно приводит к появлению все более и более сложных конструкций. И чем они сложнее, тем труднее их спроектировать, тем больше времени уходит на обдумывание не только их общих схем, но и отдельных узлов. Проектирование, предположим, космической ракеты, сверхзвукового пассажирского лайнера, крупного гидротехнического комплекса, создание проекта прокладки газо- и нефтепровода и многое другое зачастую занимает у большого коллектива ученых, инженеров, экономистов десять-двенадцать, а то и больше лет. Не надо также забывать, что каждый проект базируется на определенной системе знаний, соответствующих последнему слову науки и техники. Но современные темпы научно-технического прогресса таковы, что за десятилетний срок идеи, заложенные в основу проекта, устаревают, и к моменту его завершения работа над ним становится чуть ли не напрасной. Единственный выход из этого малоприятного положения — автоматизация проектирования с помощью электронно-вычислительных машин. Следовательно, уже сегодня можно считать, что в ближайшие годы автоматизация проектирования станет одной из основных областей применения ЭВМ.

Возьмите, например, проектирование и создание самих электронно-вычислительных машин. Без применения компьютеров просто невозможно создать интегральные схемы, а уж о БИСах и говорить не приходится. Человеческому мозгу просто не под силу в разумные сроки создать интегральные схемы с несколькими сотнями элементов. Число возможных соединений в них достигает астрономического количества, и быстро разобраться, какое из них самое лучшее, может только ЭВМ.

Но возможности компьютеров не ограничиваются только составлением схем. Сегодня уже можно говорить об использовании их для разработки полной доку-

ментации вновь проектируемых машин и хранении всей этой документации в памяти «электронного конструктора». Правда, чтобы создать методы поиска лучших решений, в соответствии с которыми он сможет рассчитывать проекты оптимальных вариантов вновь создаваемых машин, необходимо было проделать большую и сложную работу.

— Не расскажете ли подробнее, как «учили» компьютер помогать человеку в создании новой ЭВМ?

— Проблема эта весьма интересна. Существует так называемая теория мозаик, которая на уровне абстрактной теории автоматов объясняет воспроизведение самых сложных систем. Какой же сложностью должны обладать компьютеры, чтобы они могли порождать еще более сложно организованные машины? Этот вопрос имеет не только общенаучный, но и огромный практический интерес. Уже давно разрабатываются системы автоматизированного проектирования электронно-вычислительных машин, позволяющие получить более экономичные электронные схемы по сравнению с теми, которые существовали до сих пор. В начале этого пути не все было ясно и понятно, не сразу была создана полная система программ, которая охватывала бы все этапы проектирования. Однако ученые знали, что такой набор программ в принципе создать можно, и это означало бы реализацию идеи самовоспроизводства автоматов.

Работа в этом направлении велась учеными многих стран. У нас в Советском Союзе одним из центров, где занимались данными проблемами, стал наш Институт кибернетики АН УССР. С 1957 года мы начали разрабатывать Основы проектирования ЭВМ — Теорию автоматов, потребность в которой ощущалась уже при создании машин второго поколения. Постепенно эта теория получила законченный вид. Параллельно с ее расширением и углублением велись работы и по автоматизации вообще технического проектирования. Электронно-вычислительные машины «научились» помогать кораблестроителям в разработке новых судов, архитекторам — в улучшении планировки районов и отдельных зданий, проектировщикам — в прокладке трасс трубопроводов. Так, шаг за шагом специалисты института приближались к заветной цели — созданию системы автоматизации основных процессов проектирования. Эту работу коллектив завершил в конце 1973 года.

— Любопытно, что эта система собой представляет, как она выглядит и как работает?

— На первый ваш вопрос ответить просто невозможно. Она никак не выглядит, потому что состоит не из каких-то деталей, агрегатов и установок, а из набора программ.

На второй же вопрос отвечает само название — Автоматизированная система проектирования ЭВМ. Именно автоматизированная, а не автоматическая, то есть все задачи проектирования действительно решает электронно-вычислительная машина, но под контролем человека, находясь с ним, так сказать, в постоянном диалоге.

Было бы проще, конечно, дать компьютеру задание: спроектировать ЭВМ с таким-то быстродействием, для таких-то целей и с такой-то примерно стоимостью. Однако такой приказ выполнить он пока не в состоянии и может лишь построить структурную схему своего детища, в которой будет указано, из каких основных блоков (процессоров, устройств управления, памяти и других) должна состоять такая машина и каковы будут взаимоотношения между этими отдельными частями. Больше ничего без дальнейшего приказа человека он сделать не может.

Проблема общения человека с машиной на сегодняшний день в том и состоит, что, давая ЭВМ задание, человек «втолковывает» ей, какие операции и в каком порядке следует производить, чтобы довести проектирование до последнего этапа. Происходит это потому, что машина в отличие от человека не наделена интуицией. Она не всегда знает, в каком направлении необходимо вести поиск, и может совершенно напрасно рассчитывать тысячи и миллионы непригодных или пока просто технически не выполнимых вариантов.

Чтобы в подобных случаях машины обходились без подсказки со стороны человека, им надо быть значительно «умнее» машин теперешних. Решение этой проблемы я вижу в развитии и совершенствовании языка, на котором человек общается с машиной, и языка, которым она пользуется сама при работе. Я имею в виду не способность машины «узнавать» и «понимать» слова человеческого языка, написанные или сказанные голосом, — это совершенно другая проблема, проблема узнавания, — я имею в виду «ум» машины, ее способность к самостоятельным действиям, заложенные в нее от «рожде-

ния». Когда вы отдаете рубашку в прачечную, то просто просите постирать и погладить ее. Вам и в голову не приходит мысль объяснять работникам прачечной, что для стирки понадобится вода и стиральный порошок, что последний надо в определенной пропорции высыпать в воду, потом положить туда рубашку, потом проделать над ней определенные действия и все остальное. Мало того, вы можете быть абсолютным невеждой в том, как надо стирать и гладить. Да это вам и не нужно, так как люди, работающие в прачечной, прекрасно знают свое дело и сделают все без вас. Вот и «ум» машины должен быть таким, чтобы она сама, как и люди в прачечной, знала, что и в каком порядке делать.

Но и этот заранее заложенный «ум» должен совершенствоваться и обогащаться. В момент же создания машины очень трудно заложить в нее все знания, которые могут пригодиться ей в дальнейшей работе; она обязана уметь сама обучаться в процессе своей «жизни» так же, как учится человек на протяжении всего своего жизненного пути, приобретая опыт, интуицию, которые помогают ему во всей его дальнейшей деятельности.

Только после того, как ученые создадут такую «самообучающуюся» машину, им уже не придется всякий раз дробить сложную программу на более мелкие куски и разъяснять ЭВМ, что с ними делать и в какой последовательности. Такая машина с вложенным в нее «умом» и способностью приобретать знания перестанет быть просто вычислительной, ей станет под силу решение логических, а быть может, и творческих задач.

— Как же, собственно, идет процесс автоматизированного проектирования и как ведется диалог человека и ЭВМ?

— Проектирование будущей ЭВМ ведется по принципу — от общего к более частным деталям, ко все большему и большему углублению, так сказать, в недра рождающейся машины.

Как мы уже говорили, получив первое задание, компьютер составляет структурную схему. Если конструктора в ней что-либо не устраивает, он видоизменяет ее и вновь передает электронному «соавтору». Это может повторяться несколько раз, пока не будет найден самый оптимальный вариант схемы.

Следующий этап — определение структуры каждого из блоков. Конструктор вводит в ЭВМ директиву, и она



принимается за работу, проверяя и оптимизируя схему каждого блока. Этап этот называется этапом логического проектирования.

Может случиться так, что уточненные параметры какого-либо из блоков не совпадут с теми, которые хотелось бы иметь конструктору. Тогда он корректирует всю схему снова и проводит всю проверку сначала.

Когда и эта стадия подходит к концу, вновь созданная структурная схема проверяется компьютером на отсутствие в ней ошибок и устанавливаются ее окончательные параметры.

На этом наиболее важный этап творческой работы заканчивается.

Теперь надо проверить, как будет работать будущая машина. Сделать это довольно просто, поскольку ее схема хранится в памяти компьютера-проектировщика. Используя данные этой схемы, он может попробовать решить какую-нибудь контрольную задачу только, конечно, в значительно замедленном темпе. Интересно, что в математическом смысле эта «воображаемая» ЭВМ мало чем отличается от той, которая будет реально суще-

ствовать, и с нею, находящейся еще в недрах «электронного мозга» компьютера, можно проделывать всяческие опыты: изменять условия ее работы, уточнять ее схему. Это позволяет не только проконтролировать работу будущей машины, но и приступить к разработке ее математического обеспечения — стандартных и обслуживающих программ, программ диспетчера и много другого.

Когда и этот этап заканчивается, компьютеру отдается распоряжение приступить к составлению чертежей, монтажных и иных схем новой машины. По специальной программе он выбирает нужные типы интегральных схем, определяет оптимальное их размещение, производит компоновку машины в целом. А поскольку он знает расположение интегральных схем и логическую картину их соединений, ему ничего не стоит создать схемы для многослойного печатного монтажа плат и выдать их в виде чертежей, магнитной или перфорированной ленты для последующего их использования при изготовлении блоков машины. Совершенно так же составляются монтажные схемы плат и для других блоков.

Не менее важно и то, что в памяти компьютера-проектировщика может храниться не только вся документация по структурной и монтажной схемам, но и конструкторские чертежи, технические условия, ведомости покупных изделий, материалов, описания, инструкции, то есть вся необходимая документация по будущей вычислительной машине. Если понадобится, он сам может отпечатать все это.

— И насколько такой метод проектирования облегчает труд конструкторов?

— В процентах величина эта не выражается, но из сравнения представить ее можно. Так, если раньше над конструированием одной большой машины многотысячный коллектив работал около пяти лет, то с помощью «электронного мозга» несколько десятков человек справляются с этой работой за несколько месяцев. Кроме того, автоматизация проектирования позволяет избежать тех ошибок, которые раньше выявлялись при отладке опытного образца или уже в процессе эксплуатации. Да и изменения в схему вносить проще: надо лишь указать компьютеру, в каком узле какие параметры меняются, и он сам автоматически вносит эти изменения во всю документацию.

Мы, например, просили установленный у нас в инсти-

туте компьютер создать какие-нибудь блоки для известных уже вычислительных машин. Конечно, делали мы это не потому, что нуждались в этих блоках, а просто хотели проверить, какие схемы он нам порекомендует. Предложенные им варианты мы сравнили с теми схемами, которые в свое время были разработаны усилиями большой группы конструкторов, и убедились, что в таком «соревновании» человек проиграл. Значит, наша система справляется с проектированием машин не хуже, а лучше человека.

Содержит эта система программу в миллион команд. Если исходить из существующих норм, то один программист за день может подготовить три-пять команд: следовательно, чтобы создать все программное хозяйство нашей системы, ему надо трудиться тысячу лет.

— Насколько мне известно, вашему институту раньше других удалось создать такую систему в завершенном виде. Каким образом вы добились таких успехов?

— Только за счет развития тех теоретических исследований, о которых я говорил выше. Популярно объяснить суть их довольно сложно, и потребовало бы слишком много времени; поэтому делать этого я не буду. Замечу лишь, что и создание специального языка для описания проектируемой машины, и автоматизация программирования, и возможность совместной работы человека и компьютера над конструированием схем будущих автоматов — все это лишь отдельные примеры конкретного воплощения разработанной нами теории. Выполненные исследования позволили на три четверти автоматизировать проектирование ЭВМ. За человеком осталась лишь сугубо творческая часть — отыскание метода решения тех или иных конкретных задач синтезирования схем машины. Если такой метод не найден, то компьютер, как я уже говорил, пока еще сам не может решать эти задачи. Но и над этой проблемой, которую называют алгоритмическим синтезом, мы работаем. И я думаю, что рано или поздно нам удастся ее решить.

Кстати говоря, одна из наших последних машин, «МИР-2», проектировалась уже с помощью компьютера. Так что, как видите, система автоматизированного проектирования неплохо зарекомендовала себя на практике.

Вполне понятно, что аналогичные системы можно создать и для проектирования других типов машин.

— Вы рассказали о применении компьютеров при доказательстве теорем в техническом проектировании. Но научная деятельность очень многообразна, и в ней наверняка немало и других «узких мест», где от огромного количества вычислений или от скорости, с которой они выполняются, зависит нередко судьба научного эксперимента или открытия. Так в каких еще областях научной деятельности электронно-вычислительные машины необходимы уже сегодня?

— Использовать ЭВМ в проектировании мы стали для того, чтобы избежать такой беды, как старение конструкций в процессе их воплощения в жизнь. Но нельзя сбрасывать со счетов и проблему переработки поистине огромного количества различных экспериментальных данных. Дело здесь не только и не столько в чисто физических трудностях, хотя переработать огромное количество всевозможной информации действительно подчас бывает нелегко. Вы видели когда-нибудь испытания нового тепловоза? В первый свой рейс он берет с собой целую экспресс-лабораторию, приборы которой выдают километры осциллограмм. Не лучше обстоит дело и с испытанием новой модели самолета. Один час его полета потом «осмысливается» создателями в течение многих месяцев.

В половодье различных данных захлебываются конструкторы, инженеры, ученые-экспериментаторы, представители многих наук; все труднее становится расшифровщикам в конструкторских бюро и научных учреждениях. Сегодня экспериментатор, заваленный им же самим добытыми, но еще не осмысленными сведениями, сплошь и рядом теряет из виду основное направление поиска и потому вынужден пробираться вперед на ощупь. Если же ему на помощь придет кибернетика, то он сможет, пускай не совсем обстоятельно, но зато быстро, обработать всю новую информацию. Подобный метод обработки, он называется экспресс-анализом, позволяет исследователю на каждом этапе обнаруживать неожиданные повороты в ходе эксперимента, видеть противоречия, угадывать путь к истине. При такой обратной связи поиски ученого превращаются в движение к цели наиболее коротким путем.

Следовательно, именно эти три метода — автоматизация проектирования, обработка экспериментальных данных и экспресс-анализ, соединены вместе, позволят

в несколько раз ускорить процесс создания любых новейших конструкций и получения новых научных данных.

— **Применяются ли сегодня эти методы?**

— Показательными, мне кажется, являются системы автоматизации обработки экспериментальных данных, установленные в центре ядерных исследований в Дубне и в ЦАГИ. Они не только облегчают труд ученых, но и позволяют обнаруживать новые аспекты в организации самих экспериментов и изменять стратегию исследования в зависимости от получаемых промежуточных результатов.

Одна из систем для экспресс-анализа была в свое время создана нашим институтом для исследовательского судна «Михаил Ломоносов». Она значительно облегчила обработку экспериментальных данных при морских гидрофизических исследованиях. Центральным ядром ее является электронно-вычислительная машина «Днепр-I». Уже на первых этапах применения система дала существенный выигрыш во времени: основная масса информационных материалов обрабатывалась прямо на судне во время его плавания. И если раньше на подобную работу уходило полтора-два года работы на берегу, то теперь ко времени возвращения корабля в порт многие ученые не только успевали составить экспресс-отчеты, но и написать научные статьи.

И конечно же, «Михаил Ломоносов» не единственное место, где можно устанавливать подобные системы. Они необходимы в каждом конструкторском бюро, в каждой научной лаборатории, в каждом НИИ.

Мы уже говорили о возможности проектирования ЭВМ с помощью компьютеров. И во многих других отраслях нередко возникают настолько сложные задачи, что даже крупным коллективам специалистов не всегда под силу найти оптимальные варианты проекта в разумные сроки.

Приведу еще один пример, показывающий перспективность и даже необходимость помощи ЭВМ в подобных вопросах. В нашем институте были проведены исследования по созданию наилучшего проекта железной дороги длиной в несколько сот километров, проходящей по горной местности. Если бы мы решали обычным, «ручным», способом лишь одну часть всей задачи — оптимальное профилирование, — то закончить ее удалось бы не раньше

ше, чем через несколько лет. Компьютеру на это понадобилось всего несколько часов.

Сегодня уже немало делается по автоматизации труда проектировщиков. К сожалению, сказанное относится лишь к выполнению наиболее сложных расчетов. А для более оптимального проектирования надо бы автоматизировать все этапы труда, включая оценку и сравнение различных вариантов. С этой целью должны создаваться такие стандартные программы, которые были бы пригодны для решения любых конкретных заданий, для каждого нового проекта.

Кроме автоматизированной системы проектирования ЭВМ и оптимального профилирования дорог, в нашем институте кибернетики разрабатывались системы комплексной автоматизации процессов проектирования деталей корпусов судов, а также проектирования электрических, газовых и водопроводных сетей. Наш опыт и опыт других подобных учреждений позволяет с полной уверенностью заявить, что при повсеместном переходе к автоматизированному проектированию эффект мог бы составить многие миллиарды рублей. И такая экономия получится не только за счет убыстрения самого процесса проектирования.

Лишь на первый взгляд может показаться, что очень легко ответить на вопрос: какая система газопроводов будет самой короткой и дешевой при обязательном соединении между собой заданного числа точек? Было подсчитано, что соединить 17 месторождений природного газа трубами 7 стандартных диаметров можно огромным, прямо-таки астрономическим числом способов — их примерно 10^{18}.

Как-то кибернетики США рассчитали с помощью компьютера трассу уже построенного в районе побережья штата Луизиана газопровода. Когда они продемонстрировали свой вариант и его стоимость представителям Федеральной энергетической комиссии, те просто поразились. И действительно, было чему удивляться. Вместо 720 миллионов долларов, потраченных на строительство трассы, рассчитанной по старинке, достаточно было израсходовать всего... 340 миллионов. Оказывается, люди просто не в состоянии в разумные сроки рассчитать все возможные варианты и выбрать из них самый подходящий.

— Убедительно. С техническим проектированием, по-

жалуй, все ясно. Применение компьютеров здесь действительно не только необходимо, но и весьма выгодно. Вернемся опять к научной работе. Известно, что каждый новый шаг на пути прогресса науки достигается все увеличивающимся количеством вложенного труда, все более дорогой ценой. Мне на глаза попались такие сведения. Оказывается, за последние сорок лет увеличение в два-три раза количества новых научных данных сопровождалось в мире восьми- и даже десятикратным ростом объема печатной и рукописной информации, пятнадцати-двадцатикратным увеличением численности людей науки. Ассигнования же на науку и на освоение ее результатов выросли в сто раз. Это говорит о том, что применение компьютеров в научной работе становится просто необходимым. Так будет ли и здесь от их помощи такой же экономический эффект, хотя к научному творчеству подобный термин и не очень подходит?

— Я уже говорил о доказательстве теорем с помощью ЭВМ, об экспресс-анализах и об обработке экспериментальных данных. Во всех этих случаях мы получали значительный выигрыш во времени. А время, как известно, действительно, деньги, хотя оно не единственный фактор, по которому судят об эффективности применения ЭВМ в научной работе.

Вы правы, говоря, что сегодня наука достигла грандиозных масштабов. Каждый год открываются чуть не десятки новых научных учреждений, и, несмотря на это, ученые и специалисты не всегда справляются со всеми встающими перед ними задачами. А задачи эти умножаются, и решение их идет прежде всего за счет роста числа научных работников и научно-вспомогательного персонала. Если предположить, что темпы этого роста сохранятся и впредь, получится довольно интересная картина: через какие-нибудь 150—200 лет все население планеты должно превратиться в сотрудников научно-исследовательских учреждений. Лишь применение средств автоматизации в самой науке сократит этот стремительный рост количества научно-исследовательских институтов и численность их сотрудников. Вот вам следующий фактор, по которому можно судить об эффективности применения ЭВМ в науке! Правда, пока задача комплексной автоматизации научного творчества решается, к сожалению, значительно медленней, чем автоматизация, скажем, процессов экономического планиро-

вания и технического проектирования, но все же известные сдвиги наметились и здесь.

Сейчас решается вопрос об автоматизации справочно-информационной и реферативной работы. Многим это покажется не столь уж важным, нужным и своевременным делом. Надо, однако, иметь в виду, что сегодня бывает быстрее и дешевле заново провести разработку какой-то научной или технической проблемы, заново создать конструкцию того или иного устройства, чем найти в безбрежном океане накопленной информации решение этой проблемы или чертежи подобного устройства. Подсчитано, что вследствие дублирования научных исследований и разработок теряется 10 процентов всех ассигнований на науку.

Мне хочется привести несколько курьезных случаев, которые произошли как раз из-за неурядиц в информированности. Одна из американских промышленных лабораторий потратила 5 лет и... миллион долларов на изучение возможности электронного перевода. А когда работа была завершена, то выяснилось, что такая задача в нашей стране давно решена и проведенные советскими учеными исследования дают ответы на все вопросы.



Два года американская компания «Дженерал электрик» потратила на выяснение, как с помощью сухого льда и кристаллов йодистого серебра можно вызвать дождь. Но вот работа подошла к концу, и неожиданно обнаружилось, что одна голландская фирма опубликовала результаты аналогичного эксперимента еще... 20 лет назад.

Крупная скандинавская фирма занималась проблемами дисперсии серы до тех пор, пока не обнаружила, что препарат для этого процесса уже выпускается для широкой продажи английским концерном «Империал кемикл индастриз».

Эти несколько примеров показывают острую необходимость автоматизации поиска научной и технической информации.

Английские специалисты подсчитали, что их промышленность ежегодно расходует на поиски необходимой информации приблизительно 6 миллионов фунтов стерлингов. Примерно пятая часть ассигнований на научные исследования в большинстве стран также расходуется на подобные цели, и, несмотря на это, большинство научных работников тратит треть своего времени на утомительные поиски уже кем-то полученных данных.

Так что создание информационных систем оправдано и с экономической точки зрения. В связи же с резким увеличением емкости периферийных запоминающих устройств можно ожидать, что уже в ближайшие десятилетия в ряде высокоразвитых стран будут созданы так называемые «национальные банки данных».

— Понятно, что пока такие национальные банки данных не созданы и говорить о том, как они будут работать, трудно. Но все-таки, что они будут собой представлять?

— Национальный банк данных — это система вычислительных центров, в которой накапливается всевозможная информация. Система соединена со многими пультами на рабочих местах потребителей — конструкторов, ученых, инженеров, которые через эти пульты смогут получать по линиям связи необходимые для своей работы данные.

Представьте себе конструктора или научного работника недалекого будущего. При разработке новой проблемы он через такой выносной пульт сможет получить все интересующие его сведения: выяснить, как лучше

оформить свое изобретение, из чего его лучше изготовить, есть ли в настоящий момент в производстве материал с такими свойствами, которые ему нужны для конструкции, если такой материал еще разрабатывается, то банк данных даст адрес, в какой именно лаборатории он создается, если материал уже есть, то банк укажет адрес, где он производится, как посылать на него заказ и какова его цена.

По мнению английских специалистов, такого рода банки данных по науке и технике будут созданы в 1977 году, а по юриспруденции — к 1980 году. Конечно, сроки эти приблизительные, хотя вполне возможно, что в некоторых странах это будет сделано еще быстрее. Я думаю, что каждому понятно, насколько сократится тогда срок разработки новых идей и насколько быстрее и дешевле будет их воплощение.

— Вы говорили об использовании компьютеров при постановке опытов. Перспектива получать научную информацию сразу же во время эксперимента очень заманчива. Удобно, скажем, включить ЭВМ в такие сложные экспериментальные установки, как ускорители, ядерные реакторы, или поставить ее, как вы уже говорили, на исследовательском судне. Но дело это, насколько я понимаю, новое. И хотя в этом направлении сделано уже многое, наверняка есть проблемы, которые еще не решены. Не расскажете ли вы о них?

— Проблемы действительно существуют. Нужно разработать, например, систему стандартизации и архивизации научных данных. Поясню, зачем она нужна. Когда ставится тот или иной эксперимент, то результаты его обрабатываются в соответствии с его целью, имеющейся технологией и под определенным углом зрения. Но наука и техника не стоят на месте; и если сегодня от эксперимента нужны были одни данные, то завтра от него потребуется, возможно, совершенно иная информация. Да и сам метод обработки данных все время совершенствуется.

Для примера, допустим, геологоразведчики произвели взрыв и записали сейсмограмму, которая, как известно, несет в себе большую информацию. Но сегодня им нужно выяснить только одно — есть ли в этом районе нефть или нет. Под этим углом зрения и обрабатывается данная сейсмограмма. А через год-два, возможно, будет разработан новый, более совершенный метод обработки

сейсмограмм, да и задачи наверняка изменятся — начнут искать другие полезные ископаемые. Так что же снова производить взрывы?

Оказывается, делать этого не надо, если первичные данные, определенным образом обработанные, будут храниться на магнитной ленте компьютера в цифровом виде. И когда эти данные потребуются, их достаточно извлечь из хранилища и обработать в соответствии с новой задачей и по новой методике.

Не менее важна и проблема стандартизации носителей информации, получаемой в ходе эксперимента, о которой мы говорили в нашей первой беседе. Сегодня действительно в ходу десятки таких носителей, и все они совершенно непохожи друг на друга: тут и диаграммы, и графики, и киноленты, и перфокарты, и всевозможные бумажные ленты десятков сортов и видов. И гораздо разумнее свести все это разнообразие к пяти, максимум десяти типам носителей, которые легко бы читались ЭВМ.

Из перечисленного ясно, что развитие кибернетики и совершенствование ее технической базы в значительной мере определяют дальнейшие успехи народного хозяйства, науки, техники. И подобно тому, как суммарная мощность электростанций и других силовых установок определяет энергетическую мощь страны, суммарная мощность электронно-вычислительных машин и других кибернетических устройств определяет ее информационно-интеллектуальную мощь. Достигаемое на базе кибернетики и электронной вычислительной техники ускорение темпов развития науки может стать решающим фактором соревнования двух систем.

— Виктор Михайлович, профессия журналиста тоже относится к разряду тех, где приходится перерабатывать огромное количество информации, да еще в условиях дефицита времени. Кроме того, сам процесс выпуска материала до его выхода в свет разбивается на множество этапов. Может ли и здесь компьютер принести пользу?

— Конечно, «электронный мозг» поможет и журналистам. Как сегодня работают в большинстве редакции газет? Материалы в очередной номер подобраны, сданы в набор и начинается верстка номера. Возьмем даже тот идеальный и почти нереальный случай, что все материалы встали на свои места и номер, что называется, получился. Неожиданно поступает очень важное сообщение, и все начинается сначала. Хорошо, если приходится ме-

нять только одну полосу, но нередко бывает, что ломать нужно и весь номер. Но вот все сделано, кажется, можно печатать газету, однако телетайп отстукивает еще одно срочное и важное сообщение, и... опять все начинается сначала. И так может продолжаться до бесконечности, до того момента, после которого все вновь поступившие обобщения будут относиться уже к следующему номеру.

Теперь представьте себе, что вы находитесь в редакции завтрашнего дня. Все телетайпы, находящиеся в ее кабинетах, соединены с электронным мозгом. В него уже введены те материалы, которые необходимо поставить в номер. У вас есть несколько минут свободного времени, и вы приказываете машине расположить их на полосах газеты. Она делает это молниеносно, и перед вами на экране (хотя вполне возможно, что их будет и несколько) высвечивается вся газета, которая должна выйти завтра утром. Вам что-то не нравится, и вы приказываете показать другой вариант, он тут же возникает. И так может повторяться много раз. Вы просматриваете десятки вариантов, хотя это и занимает у вас всего несколько минут.

Наконец выпуск готов, когда вдруг загорается красная лампочка и на одном из небольших экранов возникает срочное сообщение. Световым карандашом вы вносите, если необходимо, в него поправки и приказываете ЭВМ «вогнать» его в номер. Выпуск газеты от этого не задерживается, так как на переделку макета уходит всего несколько минут.

— Макетирование и верстка номера — не единственное узкое место в печатании газеты. С середины XV века, то есть с момента, как И. Гутенберг изобрел печатную форму с наборными литерами, этот процесс не очень-то изменился. Линотипы, естественно, убыстрили его, но не настолько, чтобы сравняться с тем электронным метранпажем, о котором вы только что говорили. И если сам И. Гутенберг потратил около пяти лет на отливку и набор печатной формы, предназначенной для печатания библии (и еще три года — на печатание примерно двухсот экземпляров этой книги), то и сегодня на это ушло бы, пожалуй, несколько дней, а то и недель. А эта скорость слишком мала.

— И набираться все будет по-новому. Ведь уже сегодня с помощью новейших электронно-вычислительных

машин всю библию, над которой так долго трудился И. Гутенберг, можно было бы набрать за 60—80 минут.

Самым простым вариантом было бы, пожалуй, объединить в одном комплексе ЭВМ и обыкновенный линотип, который набирал бы текст, предварительно нанесенный «электронным мозгом» на перфоленту, переводил бы его в строчки одинаковой длины, которые затем автоматически бы отливались в строки формы. Но не надо забывать, что скорость механических строкоотливных машин практически не может превышать пяти литер в секунду, тогда как компьютер способен обрабатывать информацию в тысячи раз быстрее.

Поэтому я думаю, что на первом этапе ЭВМ будет «трудиться» совместно с фотонаборной машиной, которая, подчиняясь приказам компьютера, станет переносить оптико-механическим способом строчки текста на сверхчувствительную ленту со скоростью до 500 литер в секунду. Позже, по-видимому, электронно-вычислительная машина станет воспроизводить весь текст на светящейся поверхности электронно-лучевой трубки, откуда он мгновенно будет переводиться на светочувствительную бумагу или пленку, после чего его можно будет использовать в обычных процессах печати.

Но все это, так сказать, промежуточные этапы. В идеальном варианте, в том, с которого я начал свой рассказ, такой промежуточной стадии, как набор, по-видимому, совсем не потребуется. Вся полоса прямо из ЭВМ (на экране которой она только что была смакетирована) будет передана в печатный цех, а там тем или иным методом электростатической печати воспроизведена. То есть, минуя стадию обычного, по современным понятиям, набора, текст будет нанесен прямо на печатный барабан.

В конечном счете будут объединены все электронные печатные системы, что позволит создавать непрерывный технологический процесс от поступления рукописи до выпуска готового издания.

И это дело не такого уж далекого будущего. Уже сегодня во многих редакциях газет мира появилось почти все, о чем я только что говорил. Именно по этой причине все чаще можно услышать голоса, утверждающие, что дни «ручного труда» в журналистике сочтены, и работники печати завтрашнего дня станут не только мастерами слова, но и специалистами в области компьютеров.

В редакциях некоторых американских газет несколько

лет назад появились так называемые «терминалы с выводом данных на экран электронно-лучевой трубки». Это устройство напоминает телевизор с пристроенной клавиатурой. Отпечатанную и отредактированную с помощью этого устройства статью репортер простым нажатием кнопки посылает на экран редактора, в наборный цех или же в память компьютера. Разрабатываются также системы, способные с помощью лазерного луча считывать оригинал фотографии, преобразовывать изображение в электрические импульсы, которые тоже передаются или в память компьютера, или же, преобразуясь в световые лучи, воссоздают изображение на специальной бумаге. Некоторые специалисты считают, что недалеко то время, когда с помощью компьютера можно будет и «редактировать» снимки, то есть вводить в них необходимые изменения.

Интересный информационный банк открыла американская газета «Нью-Йорк таймс». В компьютере этого банка помещена информация о материалах, опубликованных на страницах более чем 65 периодических изданий, включая газету. Запоминающее устройство компьютера содержит сейчас почти полмиллиона рефератов статей, опубликованных в этих зданиях. В дальнейшем его массив будет ежегодно пополняться 200 тысячами рефератов и ссылками с указаниями местонахождения оригиналов. По желанию абонентов банк передает в их распоряжение полные тексты статей в виде микрофильмов. Такой информационный банк окажет большую помощь не только журналистам, но и библиотекам, университетам...

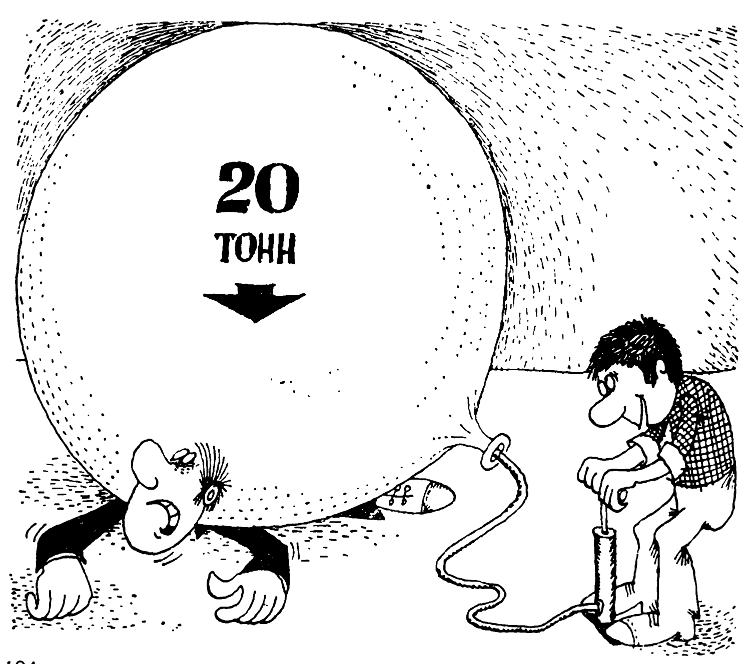
— Виктор Михайлович, сегодня на страницах научно-популярных журналов и газет часто встречаются описания неких «электронных врачей» — компьютеров, которые в считанные минуты ставят диагноз, назначают лечение, «работают», сиделками и т. д. Я не сомневаюсь в истинности того, что пишут на эту тему. Расскажите, пожалуйста, каким будет труд врача завтрашнего дня и какова будет судьба медицинских институтов и молодежи, поступающей в них?

— Надо заметить, что в некоторых статьях, рассказывающих о внедрении кибернетики в медицинскую практику, нередко желаемое выдают за действительное. Электронно-вычислительная техника уже сегодня прочно заняла место во многих больницах и клиниках мира, но

речь идет опять же не о замене врача машиной, а об их совместной работе. Помощь же эта бывает очень существенной.

В связи с этим мне хочется еще раз повторить, что кибернетика не ставила и не ставит своей целью подменить другие науки. Она просто проникает в них, предоставляя им принципиально новый метод исследования — метод математического моделирования, математического эксперимента, пригодный для всех наук, в том числе и описательных, какой считалась до недавнего прошлого и медицина. Однако оказалось, что с математикой у нее очень много общего. Вся жизнедеятельность организма — это постоянная работа его органов, параметры которых вполне можно выражать математическим языком.

Человек — это сложный механизм, состоящий из 200 простейших машин и 10^{27} атомов. Во время движения он развивает мощность, равную 0,1 лошадиной силы. Его сердце перекачивает в одну минуту около 5 литров крови, капля которой содержит около 5 миллионов красных кровяных телец.



Тело выдерживает огромное давление воздуха — около 20 тонн, которое уравновешивается таким же изнутри. Примерно пол-литра воздуха забираем мы при вдохе, тогда как общая емкость легких равна примерно 4 литрам. Почки человека пропускают в течение суток 1700 литров крови. Если попытаться определить работоспособность всего организма, то придется констатировать, что это устройство с довольно низким КПД: «средний» человек в течение 8 часов выполняет работу, равную 280 тысячам килограммометров. Если оценить ее по тарифу за электроэнергию, то стоимость ее будет равняться... 4 копейкам. Такова примерная «математическая» картина человека.

Теперь попробуем составить его кибернетическую картину. Для этого сначала проведем структуризацию, то есть выделим отдельные крупные элементы организма человека. Их окажется не так уж мало — не менее 10 тысяч. Это органы, железы, системы регуляции и т. д. и т. п.

Потом установим параметры каждой из этих систем. Они, естественно, будут весьма различны и не всегда их можно выразить числом — например, слизистая кишки может быть нормальной, средней, угнетенной и т. д., — и поставить в соответствии этим определениям какие-либо числа не так-то просто.

Затем попытаемся представить характер общения человека с внешней средой. Здесь и тип гимнастики, которой он занимается (или не занимается) каждое утро (или нерегулярно), и определенный вид спорта, которым он увлекается, и тип его работы с указанием доли физической нагрузки и доли умственного труда. Оценить все это можно по десятибалльной шкале.

После этого вводятся в компьютер, так сказать, индивидуальные черты характера человека: холерик он или сангвиник и тому подобное, что также можно выразить с помощью чисел.

Так из системы всех структур и параметров получается индивидуальная модель человека. Причем она будет действительно индивидуальной, поскольку не может быть, чтобы все параметры у разных людей совпали; даже близнецы чем-нибудь да отличаются друг от друга.

— Я вижу, какую огромную работу надо провести, чтобы составить модель человека. Но в принципе-то и

врач может сделать все это. Так что же дает кибернетика?

— В одной из наших бесед мы отнесли человеческий организм к разряду больших систем. Ни один врач не может быть специалистом во всех областях. Изучающий систему пищеварения знает, как она связана с кровеносной системой и как влияет на мозг, но не знает, какие процессы протекают в мозге. Специалист-нейрофизиолог исследует только процессы мозга и т. д.

Уже давно медицина разделилась на множество направлений. Всевозможные процессы, системы и органы человека изучаются узкими специалистами. И чем больше накапливается знаний, тем глубже и быстрей происходит это разделение. Врач углубляет свои знания в одной определенной и нередко очень узкой области — столь узкой, что, как шутя говорят, он «знает все ни о чем». Эндокринолог не разбирается в нейрофизиологии, хирург-полостник — в операциях на мозге и тому подобное. Но в организме-то все взаимосвязано! И, несмотря на углубление знаний в какой-то одной области, один человек не в силах знать все. Он не может вместить в себя всю богатейшую и разнообразнейшую информацию, содержащуюся в человеческом организме.

А для лечения просто необходимо, чтобы у одного врача была целостная картина состояния пациента. Ведь нередко получается, что, скажем, специалист по железам внутренней секреции пришел к определенным выводам и качественно описал влияние этих желез на пищеварение. Предположим, он установил, что при изменении деятельности щитовидной железы в среднем через три месяца происходят определенные изменения в поджелудочной железе, что, в свою очередь, ведет к патологии пищеварения. На этом, к сожалению, цепочка его знаний обрывается. Как же быть в этих случаях? Можно, конечно, собирать у постели больного консилиумы специалистов. Но не каждая больница укомплектована врачами по всем профилям, а вызывать их из других учреждений — дело нелегкое. Кто же решится на обобщение разнообразных сведений, сумеет поставить точный диагноз?

Конечно же, только кибернетика! Только она сможет собрать и объединить достижения всех наук о человеке и показать отклонения в данном организме от нормы. Но для этого в нее необходимо вложить все знания, до-

бытые человечеством за всю историю существования медицины.

Чтобы осуществить это, необходимо зафиксировать все упомянутые выше тысячи параметров. Три или пять крупных специалистов в каждой области медицины сжато опишут данный параметр, укажут его оптимальное значение, изменения, происходящие с ним, выделят несколько самых показательных ситуаций, вызывающих эти изменения. Это позволит собрать отдельные знания самых лучших специалистов в той или иной области. Но, несмотря на то, что описывают они все это, как я уже сказал, очень сжато, систем-то и параметров очень много, и таких сведений набираются целые тома. А это еще один показатель того, что знать их один человек просто не в состоянии.

Так шаг за шагом будет описан весь человеческий организм. Конечно, кое-где это описание окажется не совсем подходящим для данного конкретного человека; но это не так уж важно. Нам нужно описание не какого-то одного, определенного человека, а скорее человека абстрактного, вобравшего в себя все здоровье и все недуги.

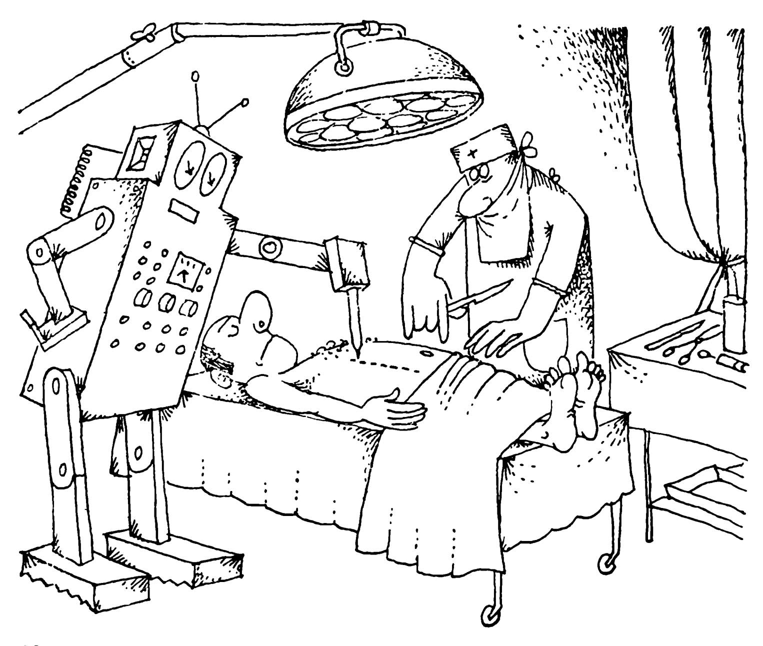
Затем все эти параметры будут разделены на группы. В одни войдут параметры, значения которых зависят от самого человека: от его поведения, от работы, которой он занят, от питания, которое он употребляет, и даже от тех лекарств, которые ему приходится время от времени принимать. В другие войдут параметры, значения которых совершенно не зависят от человека. Когда такое разделение будет закончено, за дело примутся кибернетики. Они внесут все эти сведения о человеке в машину. И она окажется тем универсальным врачом, который сможет установить любой диагноз.

— Как же она действует, помогая врачу установить диагноз?

— К нам обращается человек, который, предположим, собирается ехать на курорт. Если подходить к нему с точки зрения больших систем, к которым мы отнесли человеческий организм, он хочет произвести над ней какой-то эксперимент. (Как видите, это действительно очень похоже на управление системой.) Мы тут же выясняем, что может произойти с его печенью, слизистой оболочкой, сердцем и так далее в той новой, несколько изменившейся обстановке, в которой он окажется на ку-

рорте. И когда будет выяснено, как отреагирует каждый из органов данного человека на пребывание на курорте, мы можем точно сказать, стоит ему ехать туда или нет. Так же можем определять, можно ли больному принимать такое-то лекарство, следует ли ему в данный момент делать операцию или лучше несколько обождать, а может быть, и вовсе отказаться от нее. Можно ли проделать все это без машины, как делалось раньше? Думается, что это будет длиться очень долго, а практически бесконечно. Компьютер же ускоряет этот процесс в миллиарды раз. Через каких-то 10 минут как бы состоится консилиум самых лучших специалистов, и выясняется, что следует делать, а чего лучше остеречься. Мало того, бывает, что машина не только быстрее, но и гораздо правильнее, чем специалист, ставит диагноз. Сколько раз случалось, что уже во время операции хирург убеждался, что диагноз компьютера оказывался более правильным, чем его.

И все потому, что кибернетика дает возможность собрать все множество фактов вместе и произвести после этого, так сказать, «мысленный» эксперимент с вооб-



ражаемым больным организмом. Можно взять описание деятельности его органов (один в таком-то состоянии, а другой несколько в ином) и получить прогноз в развитии, то есть такой прогноз, который отражает все те изменения, которые произойдут в организме за длительный период. Кстати говоря, вот именно эту возможность прогнозирования и отрицали когда-то противники кибернетики.

Различные кибернетические устройства могут не только собирать информацию о процессах, происходящих в организме, перерабатывать и анализировать ее, моделировать различные процессы жизнедеятельности, но и управлять этими процессами. Ведь ЭВМ может постоянно следить, скажем, за жизнедеятельностью сердца, глубиной наркоза во время хирургических операций, управлять различными протезами. И на основании этих данных руководить с помощью специальных датчиков аппаратами, поддерживающими эти процессы в заданных параметрах.

Кстати говоря, это уже делается в больницах многих стран мира, в том числе и у нас.

— Ну и как, на ваш взгляд, будут выглядеть такие «электронные» больницы в недалеком будущем?

— Вполне понятно, что в каждой из таких больниц будет что-то свое. Ведь дело это довольно новое, нередко просто не с кого брать пример, и надо начинать все с самого начала. Поэтому говорить сегодня о чем-то окончательно сформировавшемся пока рано. Но, отметив что-то общее, а нередко и дополняющее друг друга, можно с большой долей уверенности представить, как все это будет выглядеть.

Вы заболели и пришли в поликлинику на прием к врачу. Сестра провожает вас в небольшую комнату и оставляет в обществе компьютера. Машина начинает задавать вопросы. Сначала они ничем не отличаются от тех, что задают вам сегодня в регистратуре обычной поликлиники: имя, отчество, фамилия, возраст, пол, место жительства и тому подобное. Потом она переходит к выяснению состояния вашего здоровья, перечисляя болезни. При упоминании очередного названия вы, в зависимости от того, перенесли ли это заболевание, или нет, или просто не помните, отвечаете: «да», «нет», «не помню».

Затем начинается первичный медицинский «осмотр».

Робот измеряет ваш пульс, давление, делает необходимые анализы; если потребуется, отпечатает эти данные, причем те из них, которые отклонены от нормы, отпечатает красными чернилами. При этом не только экономится время врача, но и облегчается его труд. Да и пациент, как правило, более откровенен с компьютером, чем с человеком, и может поведать бездушной электронной машине даже то, о чем постесняется сказать врачу.

Есть и другой немаловажный фактор. Пожалуй, ни в одной области деятельности человека вы не найдете такого несоответствия сложности изучаемых явлений и процессов примитивности научно-технических средств их изучения. Например, метод ведения истории болезни не менялся, наверное, уже добрых две сотни лет. За это время успел родиться и уже устареть не один способ лечения. Появились новейшие сложные приборы: кобальтовые пушки, аппараты «искусственное сердце и легкие» и многое другое. И только для записи показаний и диагнозов остались все те же ручка и листы бумаги.

А вы посмотрите, как выглядят истории болезней! Кто часто обращается к врачам, отлично знает, что это довольно толстенный том, состоящий из огромного количества различных по цвету и размеру бумажек. В нем результаты всевозможных анализов, рентгенограммы, электрокардиограммы и так далее. Кроме того, записи в такой истории болезни делаются различными людьми, почерки которых порой трудно разобрать. Они не систематизированы, а многие из них и просто устарели. И не дай бог, если ваш лечащий врач сменится. Новому врачу придется долго в них вчитываться, отыскивая необходимые сведения.

Истории же болезней, хранящиеся в памяти «электронного мозга», по объему занимают место в тысячи раз меньше, да и храниться могут бесконечно долго. А найти их всегда будет легко. Если вы попали в ту же больницу, где уже были (через год или через десять лет), то достаточно назвать свой индекс или фамилию, и компьютер найдет в «картотеке» вашу историю болезни, отпечатает ее и передаст на стол врачу. Вся новая информация о вас: только что сделанные анализы, новый диагноз — записывается на перфокарты или диктуется врачом на магнитофон и сразу вводится в компьютер, который и «освежает» историю болезни.

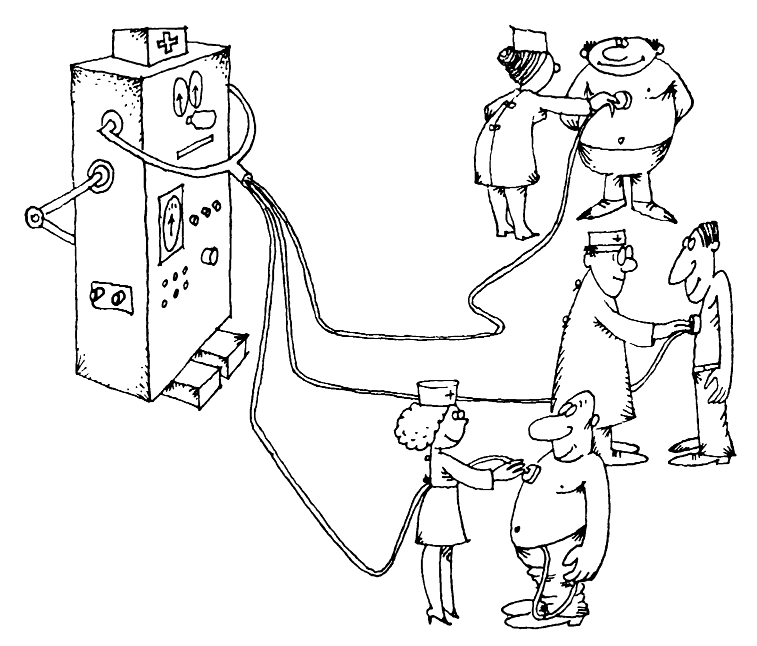
Печатаются эти данные в доступной форме, чтобы и

врачи и медсестры легко могли их прочесть. Так что, если вы попадете к новому врачу, ему ничего не будет стоить сразу же узнать о ваших прежних заболеваниях и увидеть, как протекает новая болезнь. Мало того, на основе собранных данных компьютер может, как я уже говорил, поставить предварительный диагноз.

— Виктор Михайлович, что же тогда останется врачу, если все будет делать компьютер?

— Машина не заменяет врача; она лишь предоставляет ему в готовом виде альтернативное решение чисто технического порядка. Окончательный диагноз ставит врач, который и несет за это ответственность. Компьютер же только помогает ему иметь под рукой как можно больше данных. А это очень важно.

В некоторых больницах компьютер взял на себя и другие обязанности, скажем наблюдение за тяжелобольными, требующими постоянного внимания. Специальные датчики позволяют машине «не сводить глаз» с больного, непрерывно записывать ритм дыхания, артериальное давление, пульс. Если появится необходимость, она снимет кардиограмму и моментально ее обработает. Как



только появится какое-либо отклонение от нормы, она сразу же заметит это и немедленно вызовет санитара, медсестру, а если нужно, то и врача.

Компьютер может обслуживать не одного, а нескольких больных сразу. Во многих больницах мира уже работают системы, непрерывно контролирующие состояние пяти, шести и даже десяти больных.

Как видите, применение электронно-вычислительных машин в медицинских учреждениях — дело очень нужное. Они позволяют врачу больше времени уделять пациенту. А та как вся информация о ходе болезни человека имеется у врача в удобочитаемой форме, то и лечение может проводиться гораздо быстрее.

Всем этим и объясняется такой повышенный интерес со стороны медицинских работников к электронно-вычислительным машинам. Как я уже говорил, во многих странах имеются десятки больниц, оснащенных компьютерами. Есть и поликлиники, в которых регистрацию всей необходимой информации ведут машины. И недалеко то время, когда ЭВМ появятся во всех больницах и клиниках. Представляете себе, как оперативно смогут работать тогда врачи даже в самых сложных ситуациях. Например, в больницу поступил с тяжелым сердечным приступом больной. Чувствует он себя настолько плохо, что почти не может говорить. Вот тут-то и необходимы компьютеры; больному достаточно будет назвать свой номер, и ЭВМ больницы, куда он попал, сможет в считанные секунды «выяснить» у компьютера, находящегося в поликлинике, где его раньше лечили, какой у него диагноз, каковы последние анализы и какое лечение проводилось.

Когда все это будет? Я думаю, довольно скоро, еще в нашем, XX веке. Английские специалисты, например, считают, что банки данных по медицинской диагностике появятся уже в 1977 году.

Очень важными в лечебном процессе являются лекарства. Нередко бывает, к сожалению, что в поисках необходимой микстуры мы посещаем многие аптеки, но найти ее так и не можем. Чтобы как-то облегчить этот «слепой» поиск, у нас в стране недавно создана информационно-справочная система «Аптека». Она не только знает, куда и в каком количестве поступил тот или иной медикамент, но и есть ли он еще на складе. С ее же помощью можно его и заказать.

Интересный общенациональный центр хотят создать в Канаде. С помощью компьютера в этом центре будет собираться информация о всех выписанных рецептах на каждого пациента. Система ставит своей задачей предотвратить использование в больших количествах какого-либо одного или нескольких видов лекарств, одновременное применение взаимоисключающих препаратов, а также использование лекарств, вызывающих аллергию. Когда эта система будет создана, врач, прежде чем выписать новый рецепт, должен будет проконсультироваться с компьютером.

— Все, о чем только что говорилось, касалось скорее технической стороны лечения, чем непосредственного избавления человека от тех или иных недугов. А может ли компьютер более глубоко вторгаться в процессы жизнедеятельности организма, заменять вышедшие из строя органы и т. д.?

— Сейчас трудно предугадать, насколько полно будет в дальнейшем использоваться то, что сегодня имеется лишь в задумках, разработках или же не вышло еще из стадии эксперимента. Однако, судя по тем опытам, которые ведутся сегодня, можно довольно определенно сказать, что недалеко то время, когда, например, возможно будет лечение людей от бессонницы без применения различных снотворных — несколькими «переключениями» в мозге человека. Можно будет помочь людям, страдающим ожирением, «отключив» их аппетит. Может, удастся возвращать зрение слепым, слух глухим, ставить на ноги разбитых параличом.

Ученые уже знают, где и как можно расположить в мозге человека датчики, чтобы вызвать определенные реакции организма, как расшифровать код нервных клеток, как осуществить контакт с передатчиком компьютера. Они обратили внимание и на то, что сам мозг не «чувствует» боли, и, следовательно, можно в любом месте пронзить его электрозондом.

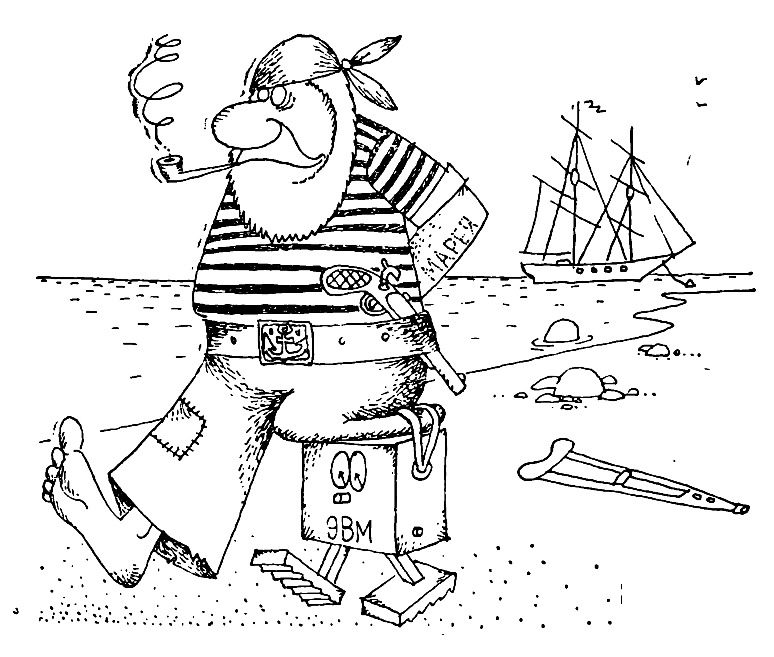
Сегодня уже широко ставятся опыты, когда в определенные точки мозга животного вводятся зонды-электроды и строго дозированными импульсами тока добиваются того, что животное выполняет именно то, что необходимо экспериментатору. Такие подопытные животные соединяются с компьютером обыкновенными проводами, но позднее это станет выглядеть несколько иначе. Зонды-электроды будут заканчиваться маленьки-

ми антеннами, вживленными под кожным покровом. (Подобные устройства разрабатываются сегодня во многих странах.) Такая антенна будет передавать сигналы мозга машине, принимать радиосигналы машины и передавать их в мозг. Сама электронно-вычислительная машина, ну, скажем, для управления парализованной рукой или ногой, тоже будет маленькой, и ее можно будет носить в кармане.

Для управления теми или иными функциями организма пока приходится нажимать на соответствующие клавиши пульта ЭВМ. В будущем такой компьютер сам будет подчинен головному мозгу и станет выполнять его приказания: согнуть или разогнуть руку, переставить ногу и т. д. Как считают многие специалисты, человек с парализованными ногами или руками, если его снабдить подобным устройством, сможет самостоятельно ходить и действовать руками.

— Скажите, такие устройства будут применяться только в критических ситуациях, вроде паралича или последствий катастрофы?

— Конечно же, в первую очередь в критических си-



туациях, когда никакими другими способами помочь невозможно. Представьте себе, что в результате инсульта или катастрофы у человека оказалась поврежденной часть мозга и наступил паралич части тела. В таком случае лишь подсоединение мозга к электронно-вычислительной машине может дать положительный результат. Искусственный «мозг» возьмет на себя функции поврежденного участка мозга, и больной сможет нормально жить.

Сейчас проводятся опыты по использованию искусственного «мозга» для помощи слепым. Так, английские ученые установили на голове 52-летней слепой женщины 80 электродов. Как только в мозг были посланы соответствующие сигналы, она начала «видеть» их как крохотные светлые точки, стала различать треугольники, отдельные светлые пятна в зависимости от того, какие сигналы посылались.

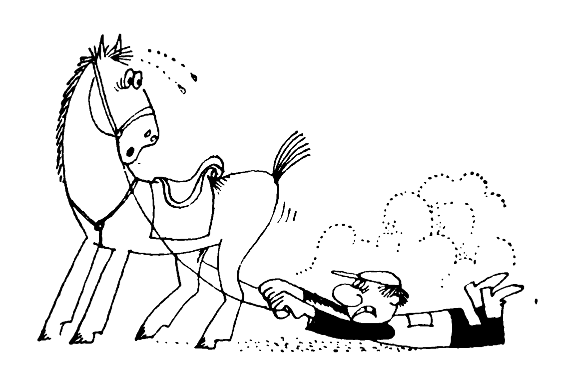
Проводились опыты и по возвращению слуха. В одном таком эксперименте 60-летний мужчина, потерявший слух, через две недели после начала опыта смог различать простые сигналы. Он слышал низкие и высокие тоны. 3—4 импульса в секунду были для него «щелчком», 20 импульсов он воспринимал как жужжание пчелы.

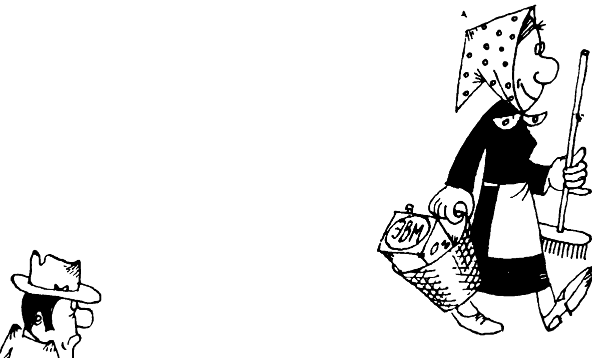
Многие ученые считают, что в будущем с помощью компьютера удастся «ослаблять» импульсы мозга, вызывающие бешенство, гнев и другие агрессивные ощущения. Это позволит успешно лечить душевнобольных, страдающих припадками буйства. Уверенность специалистов в удачном исходе подобных методов лечения опирается на успешные опыты, проведенные с обезьянами.

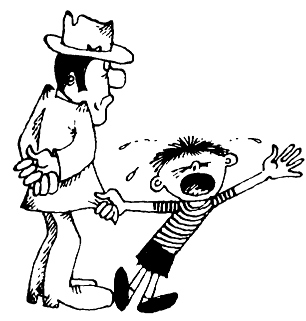
— Вероятно, такие эксперименты собираются проводить и на людях? Бесспорно, для людей, страдающих различными недугами, связанными с теми или иными повреждениями мозга, это очень важно. Однако в печати обсуждается вопрос: имеют ли ученые моральное право на подобные эксперименты? Ведь как ни говорите, это вмешательство в духовный мир человека, попытка искусственным путем изменять его поведение, его характер. Поэтому многих волнует проблема, не воспользуются ли этим определенные круги, чтобы делать из людей безвольных роботов, своего рода автоматы?

— Вмешательство в духовный мир человека, пускай даже и больного, — это нелегкая моральная проблема.

И как она будет решена — покажет время. Я же только рассказывал об одном из интереснейших аспектов применения кибернетики в будущем. И здесь мне хочется еще раз повторить, что не так страшны те или иные открытия, как важно, в чьих руках они находятся. Ведь на Западе действительно кое-кто вполне серьезно считает, что таким способом нужно изменять психику чуть ли не целых классов людей.







ЗАВОДЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

Стоит ли возвращаться к прошлому? Какой принцип лучше? Основа — станки с программным управлением. Нужен ли робот? Проектирует компьютер. Необходимы ли запасы? Электронный закройщик. ЭВМ — испытатель. Можно ли вручную собрать компьютер?

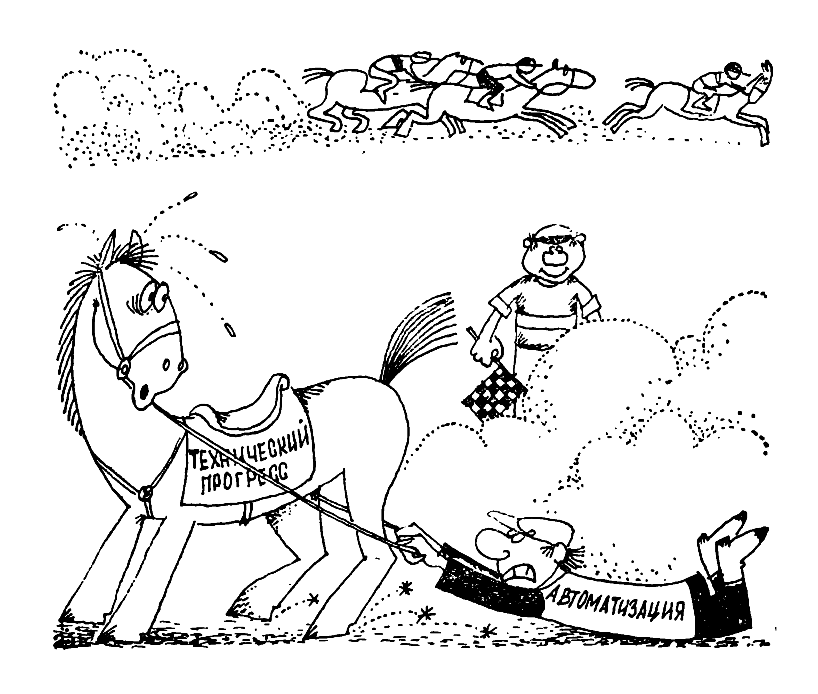
— Виктор Михайлович, в конце 40-х и начале 50-х годов много писали и говорили о строительстве заводов-автоматов. Несколько таких объектов было возведено у нас и за рубежом. Постепенно интерес к ним сошел на нет. И они если и остались, так разве что в пищевой промышленности. Чем объяснить, что ныне создание таких предприятий почти прекратилось?

— Действительно, в 1949 году в Советском Союзе было завершено строительство первого в стране автоматического предприятия — завода по изготовлению поршней для автомобильных двигателей. На нем были автоматизированы все производственные операции, за исключением разве что визуального контроля алюминиевых болванок. Производственная мощность этого предприятия составляла 3500 поршней в сутки. Обслуживали его всего девять рабочих. Позже он был модернизирован. Аналогичные предприятия строились и за границей.

Однако, хотя все прекрасно понимали, что заводам-автоматам принадлежит будущее, довольно скоро стала видна слабая сторона таких производств. Дело в том, что создавались они в докибернетический период, и это, естественно, не могло на них не сказаться. Хотя сама идея таких автоматических предприятий и была в то время прогрессивной, но довольно скоро она оказалась тормозом прогресса. На каком принципе действовали такие предприятия? В основном на механическом. Быть может, на первый взгляд это покажется и не столь уж важным, ведь внешне завод подобного типа выглядит даже более надежным, чем другие, так как механические части его автоматических линий выходили из строя очень редко. Но надежность эта лишь кажущаяся.

Известно, что главная характерная черта научно-технического прогресса — постоянное улучшение технологических процессов, усовершенствование выпускаемой продукции, повышение ее качества. А основанные на механическом принципе автоматические предприятия в технологическом смысле неподвижны. Попробуйте хоть немного изменить конструкцию выпускаемых изделий, повысить качество обработки или просто взять новый, более прогрессивный материал для их изготовления, и для соответствующей переналадки линию, а то и весь завод придется на продолжительное время останавливать.

Я уже не говорю о том, сколько будет стоять весь за-



вод, если возникнет какая-то неисправность на одном из его участков. Но и это еще не все. Ведь вместе с заводом-автоматом остановятся и многие смежные с ним предприятия. Например, если на длительное время остановится завод по производству поршней, то вслед за ним встанет завод по производству моторов, а затем и автомобильный завод. Как видите, прогрессом здесь на самом деле и не пахнет. Если хотите, такой завод-автомат во многом напоминает детскую заводную игрушку: как ее ни заводи, она совершает всегда одни и те же действия. Достаточно же сломаться или погнуться хотя бы одной шестеренке, как вся игрушка приходит в полную негодность и превращается в металлолом.

— Так что же вы имели в виду, когда говорили, что будущее принадлежит заводам-автоматам? О каком будущем может идти речь, если на таких предприятиях «прогрессом и не пахнет»?

— Говоря о заводах-автоматах будущего, я имел в виду предприятия, работа которых построена не на механическом, а на кибернетическом принципе. Кибернетики по праву гордятся успехами своих электронных пи-

томцев, но понимают, что возможности ЭВМ далеко не исчерпаны. Специалисты считают идеалом автоматизацию всего производственного процесса, от проектирования до претворения этого проекта в жизнь.

Основой производства на таком заводе станут автоматические линии, созданные на базе станков с программным управлением. Наша промышленность уже выпускает такие станки, они хорошо зарекомендовали себя и позволяют в три-четыре раза увеличить производительность труда. В девятой пятилетке выпуск их увеличился более чем в три раза.

Достаточно побывать на современном предприятии, чтобы увидеть, как они работают. Подчиняясь командам, записанным на перфорированной или магнитной ленте, станок сам обрабатывает деталь, весящую нередко тонны. Он сам меняет режим работы, знает, когда надо нарезать резьбу, отфрезеровать, обточить или произвести другие операции. На специальном пульте указывается номер выполняемой операции и номер инструмента, которым она производится. Инструмент, которого иногда бывает до ста наименований, находится тут же на станке в специальном магазине и меняется также автоматически.

Такие совершенные станки уже существуют, и стоящий у его пульта человек оказывается практически просто оператором. Ему не нужно крутить рукоятки, менять заготовки и инструмент, ежеминутно измерять обрабатываемую деталь. Он должен только следить за работой станка. Если потребуется перейти на изготовление совершенно другой детали, то перестраивать станок нет никакой необходимости: достаточно вставить ленту с соответствующей программой, и он станет обрабатывать новую деталь.

Да что станок, существуют целые автоматические линии. И работой их руководит уже не человек, а электронно-вычислительная машина. Она составляет программу для каждого станка, следит за прохождением деталей, за подачей инструмента, заготовок. И все это без участия людей.

Автоматизировано и снабжение станков и линий заготовками. Поступает, предположим, на склад приказ доставить к станку очередную партию заготовок. Кран-штаблер сам находит на полках склада контейнер с не-

обходимой партией заготовок, ставит его на тележку, и она сама доставляет его в нужное место.

В десятой пятилетке намечено еще более ускоренно развивать производство автоматического оборудования с малогабаритными электронными системами числового программного управления и контроля. Решено также обеспечить опережающее развитие выпуска станков с числовым программным управлением, значительно увеличить выпуск специальных станков и автоматических линий, организовать производство переналаживаемых на различные размеры деталей комплексных автоматических линий для отраслей с крупносерийным и массовым выпуском изделий.

Намечено также создать комплекты высокопроизводительного металлообрабатывающего оборудования, управляемые с помощью электронно-вычислительных машин, для организации на базе этого оборудования участков и цехов в отраслях с мелкосерийным и серийным выпуском изделий.

Так что основы таких заводов-автоматов уже закладываются.

— Мне не раз приходилось бывать на различных, порой очень совершенных предприятиях. Знакомился я и с работой станков-автоматов и заметил, что менять ленту с программой на них и вставлять новую деталь должен все же человек. Как совместить это с идеей заводов без рабочих?

— Но вы не забывайте, что речь шла о станках с программным управлением, работающих в обычном цехе, на заводе сегодняшнего дня. Мы же говорим о заводе завтрашнего дня. А на нем и эта часть работы перейдет к машинам. Как все это будет выглядеть? Да почти так же, как в научно-фантастических романах. Между станками заснуют роботы, которые, правда, вряд ли будут похожи на человека. Это будут, вероятно, небольшие тележки с одной или двумя руками-манипуляторами, способными двигаться во всех плоскостях.

Не думайте, что такие ро́боты — дело далекого будущего. Уже то оборудование с программным управлением, о котором мы говорили, является, по сути дела, первым шагом на пути к эпохе ро́ботов. А электронная техника с ее новыми возможностями приближает эту эпоху стремительно. Над созданием роботов трудятся ученые многих стран. В Массачусетском технологическом институте,

например, группа специалистов во главе с профессором М. Минским создала робота, который складывает кубики, ловит брошенный в него мяч, выполняет иные простые операции! По мнению создателей, он по своему «умственному развитию» стоит еще на уровне четырехлетнего ребенка, но то, что он уже умеет, говорит о многом.

Роботы трудятся не только в стенах лабораторий. Они пришли и на заводы. На конвейере завода «Дженерал моторс» в Лордстоуне (штат Огайо) трудятся серийные роботы фирмы «Юнимейш» с магнитной памятью. Их профессия — сваривать автомобильные корпуса. На другом американском предприятии — заводе компании «Норт Америкэн Рокуэлл» в Уинчестере — программно управляемые автоматические манипуляторы выполняют роль подсобных рабочих при изготовлении зубчатых колес для автомобильных коробок передач. На многих промышленных предприятиях мира трудятся и более сложные автоматы. Существует, например, робот, способный выполнять такую кропотливую работу, как сборка часов. И делает он это с довольно большой скоростью — десятки тысяч часов в год. Ну а, скажем, робот японской фирмы «Хитати» может с помощью телеглаза читать чертежи и из деталей несложной конфигурации собирать различные изделия. «Думает» в этом роботе встроенная в него вычислительная машина.

Не менее интересную «механическую руку» создала группа инженеров кафедры электронно-вычислительных машин Ленинградского института авиационного приборостроения. Их робот-манипулятор предназначен для выполнения вспомогательных работ в различных отраслях промышленности. Он может трудиться в агрессивных средах, в кузнечно-прессовом и литейном производствах, на больших глубинах морей и океанов, при геологических изысканиях, отбирая образцы пород грунта. Агрегат этот довольно универсален. Его можно переносить из цеха в цех, из одной автоматической линии в другую, а также подключать к отдельным станкам. Он может поднимать и перемещать грузы весом от нескольких граммов до 30 килограммов со скоростью до одного метра в секунду.

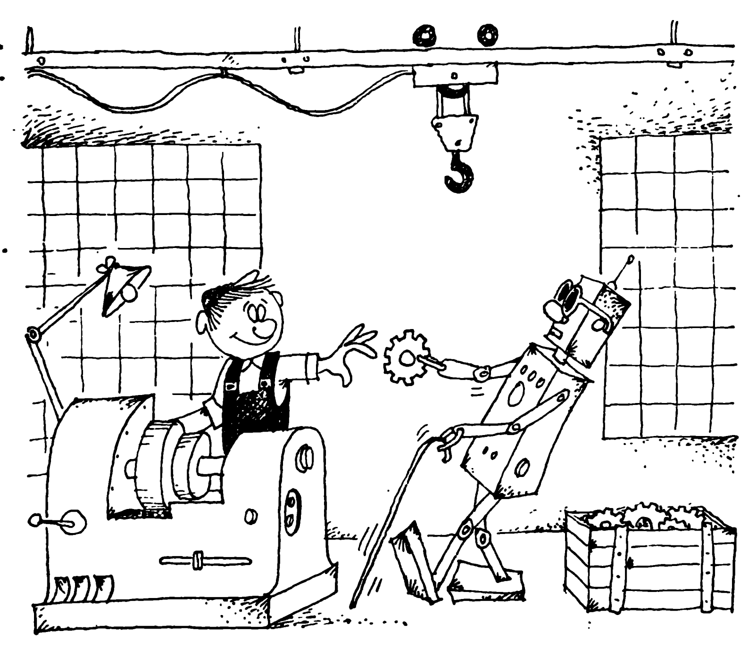
Планами десятой пятилетки предусмотрено организовать уже серийное производство автоматических манипуляторов с программным управлением, позволяющих

механизировать и автоматизировать тяжелые физические и монотонные работы.

— Судя по тому, что этот робот способен трудиться в совершенно различных условиях и выполнять довольно широкий круг работ, у него должен быть сложный электронный мозг и вряд ли правомерно называть его просто механической рукой?

— Конечно же, без компьютера робот не робот. И в данном случае механической рукой управляет электронно-вычислительная машина. Надо заметить, что одна ЭВМ среднего класса может спокойно обслуживать сразу несколько подобных манипуляторов, даже несмотря на то, что задания у них могут быть совершенно различными.

Сейчас трудно сказать, какими будут роботы на заводах-автоматах. Уже теперь создаются «видящие» роботы, способные распознавать простейшие геометрические тела. Правда, они довольно громоздки и дороги, и вряд ли в ближайшее время у них будет искусственный глаз, сравнимый по способности с человеческим, в котором 5 миллионов нервных клеток. Но что



не сделают люди, если убедятся, что в принципе это сделать можно! В искусственном глазе должно быть не менее 10 миллионов элементов. Ну и что? А почему не создать такой глаз? Пускай не сегодня, так завтра?

Безусловно, проще и экономичнее «слепой» робот, подающий на сборку детали, не видя их: ему достаточно знать лишь, где они лежат. Созданием такого робота занимается группа энтузиастов нашего института.

Конечно, запрограммировать машину так, чтобы она могла найти выход из всех непредвиденных ситуаций, пожалуй, невероятно трудно, хотя системы, приспосабливающиеся к меняющимся условиям работы, уже есть. Существуют, например, станки с адаптированным управлением, которые сами выбирают режим резания в зависимости от твердости металла, величины припуска на заготовке, степени износа инструмента...

Из всего сказанного ясно, что роботы в принципе способны на любые производственные операции. Почему же тогда их еще мало? Причин здесь довольно много, но я назову две из них. Первая — это сложность создания таких «разумных» автоматов. Действительно, круг деятельности каждого из них может быть широким. Но полностью универсальными они быть не могут и не способны выполнять все операции, существующие на любом из производств. Следовательно, для различных производственных операций сегодня надо проектировать своих роботов. Вторая причина заключается в том, что для управления роботами нужны компьютеры, а они на сегодняшний день стоят еще очень дорого. Выйти из этого затруднения можно, применив для управления всеми роботами, да и самим производством на заводе-автомате, АСУ. Она-то и станет следить за работой всех станков и деятельностью роботов. Кому, как не ей, знать, какие детали нужны каждому из цехов, какие надо переправить с одного участка на другой, а какие доставить со склада. Она же будет отдавать распоряжения линиям или станкам на выпуск новой продукции, будет составлять программы для всех станков и роботов.

— Но все это — и станки-автоматы, и роботы, и компьютеры — всего лишь отдельные звенья или участки завода-автомата завтрашнего дня. Как же эти звенья будут объединены в одно целое и как будет работать такое полностью автоматизированное предприятие?

— В общих чертах картина такого завода уже ясна.

Как я уже говорил, основой производства станут станки с программным управлением и роботы. Но это, так сказать, нижняя ступень иерархии на предприятии, и без верхней, руководящей, оно навряд ли справится с работой. Поэтому давайте рассмотрим все производство по порядку.

Одно из основных звеньев управленческой ступени — автоматизированная система проектирования. Правда, работать будет она пока под руководством человека, и, по-видимому, до конца века ему не удастся полностью устраниться от взаимодействия с нею. Но это и не так уж важно для завода-автомата. Человек 10—15 все равно будут работать на нем, и, возможно, проектирование станет чуть ли не единственным участком, где будут трудиться вместе люди и машины.

Спроектированные конструкции передаются на другую машину, которая отвечает за управление их изготовлением, за тем, чтобы детали посылались на сборочные линии в определенном порядке, а если нужно, то переключает производство на изготовление продукции по предварительным заказам. Не думайте, что выпуск продукции по индивидуальным предварительным заказам — это просто дань моде; нет, это насущная необходимость наших дней. Дело в том, что в потреблении, к сожалению, еще нередки спады и подъемы. И с годами тенденция к колебаниям спроса все заметнее. В такой ситуации на предприятии нужны резервы.

Однако резервы резервам рознь. Одно дело, когда предприятие имеет в резерве сырье, материалы, инструмент, детали, и совсем другое — запасы готовой продукции. Несколько лет назад они действительно считались необходимыми, да и сегодня сохранили свое значение, но лишь в тех случаях, когда речь идет о неменяющихся видах продукции. Промышленная же продукция с развитием научно-технической революции обновляется все быстрее и быстрее. Не проходит и нескольких месяцев, как в самые, казалось бы, современные и совершенные машины и конструкции проектировщики вносят изменения, улучшают их.

Возьмите, к примеру, то же кибернетическое машиностроение. Разве можно делать впрок запоминающие устройства вычислительных машин? Ведь пройдет не так уж много времени, и они устареют, так и не дойдя до потребителя. Можно взять другую, более знакомую

всем область — бытовую продукцию. Спрос на нее очень изменчив и зависит как от моды, так и от «репутации» товара. Зайдите в магазин радиотоваров, и вы увидите, что одни, скажем, телевизоры пылятся на полках, а другие раскупаются сразу же. Так разве можно в таком случае говорить о каких-то запасах? Они не только не устраняют дефицит, а, наоборот, тормозят выпуск новых моделей, нанося производству вред, так как в них омертвляются средства и труд. Происходит это оттого, что в большинстве случаев производство ориентируется на безличный рынок, на абстрактного потребителя, тогда как надо ориентироваться на выполнение предварительных заказов. Уже много лет французская фирма «Рено» больше половины автомобилей делает по индивидуальным заказам.

— Как будет осуществляться управление собственно за производством на таком предприятии?

— Вся производственная информация будет поступать на специальную машину. Ее обязанности — расчет программ для каждого станка и для каждого робота. Она же скорее всего будет заниматься и таким вопросом, как, скажем, раскрой основного материала, будь то металл, пластик или же обычная ткань. Вы не думайте, что раскрой — легкий процесс. Сегодня только большой опыт людей да их интуиция являются критерием при раскрое материала на заготовки. Ведь заниматься в цехе «математикой» часто просто нет времени, и приходится угадывать, какое количество заготовок получится из оставшегося материала, как до минимума свести его отходы. Вот тут-то и необходим компьютер с его «умением» производить точные и громадные математические расчеты раскроя.

Кстати говоря, в Киевском университете создана система «Каштан», способная при раскрое сводить к минимуму отходы материалов. Со скоростью 125 тысяч операций в секунду она рассчитывает, сколько заготовок может выйти из каждого рулона, куска или листа материала и как наиболее рационально разместить на них максимальное количество заготовок с необходимыми параметрами. Для этого в «Каштан» нужно ввести всего два показателя — метраж полосы материала и размеры заготовок. Система способна одновременно производить расчет восьми основных заготовок и трех дополнительных. Кроме того, по желанию оператора она может

предложить ему сначала самое рациональное решение, а затем и все последующие в порядке убывания их оптимальности.

Блок памяти «Каштана» хранит результаты раскроя всех предыдущих единиц материала. А это очень важно особенно в условиях типового производства. Если через какое-то время заводу понадобится раскроить такое же количество материала на такие же заготовки, то машина не станет рассчитывать все сначала, а просто найдет нужные ей данные в своей «памяти».

Как видите, раскрой материала, как я уже говорил, дело не такое уж легкое, и им станет заниматься скорее всего специальная ЭВМ на заводе-автомате. Она же будет подбирать и необходимые материалы, инструменты, делать заказы на заводы-поставщики или на центральную базу снабжения. Кстати, эта же машина отправит в ремонт испортившихся роботов, заменив их на время другими со склада. Думаю, что ремонт таких автоматов будет идти централизованно, в специально созданных мастерских.

Когда все сырье, материалы и инструменты будут получены и доставлены в цехи, машина, отвечающая за производство, включит механизмы, и они один за другим начнут работать, а роботы послушно передавать детали с одной операции на другую. Заготовки пойдут от станка к станку, с линии на линию, из цеха в цех, приобретая все более законченный вид. Наконец, роботы-сборщики соединят отдельные детали и узлы в машину.

Возьмем, к примеру, завод, выпускающий автомобили. Когда идет большая серия их — никаких проблем не возникает. Но вот пришел предварительный заказ — потребителю нужна машина с окраской № 5 (это код определенного цвета), внешней отделкой № 7, внутренней облицовкой № 2, радиоприемником 2-го класса и так далее. Специальное устройство наносит эти данные на магнитную карту, которая крепится к шасси, и электронная машина рассчитывает, в какой момент производства и какой из станков с программным управлением должен выпустить определенную, отличающуюся от других деталь. Она же рассчитывает, в какой момент и к какому месту конвейера эта деталь должна быть подана.

Вот шасси подошло туда, где на него крепятся моторы. Считывающее устройство знакомится с записью на магнитной карте и, узнав, какой двигатель необходимо

установить, крепит именно его (к этому времени он уже подан другим конвейером). То же самое происходит и там, где на шасси крепится корпус, производится отделка и все остальное. В конце концов из сборочного цеха выходит автомобиль, отвечающий индивидуальным требованиям заказчика.

Подобным способом можно выпускать не только автомобили, но и телевизоры, холодильники, стиральные машины, станки...

Контроль качества — дело ответственное и кропотливое. Продукция современного машиностроения состоит из сотен и тысяч деталей, и неполадки в некоторых из них смогут сказаться не сразу. Вполне возможно, что самые ответственные и сложные узлы придется проверять еще до окончательной их сборки. Но это нисколько не изменит структуру завода завтрашнего дня, так как готовая продукция станет поступать на контролирующие установки, которыми будет распоряжаться еще одна ЭВМ.

Испытания тоже будут программно управляемыми. На одном и том же стенде проверку пройдут различные агрегаты. В каждом отдельном случае обслуживающий робот-контролер для обнаружения неполадок, типичных лишь для данной детали или узла, будет поступать по-особому.

— Из рассказанного вами получается, что для управления таким заводом-автоматом необходимо четыре электронно-вычислительные машины. Почему нельзя создать одну, которая справилась бы со всеми задачами?

— Я говорил о четырех, исходя из сегодняшнего состояния электронно-вычислительной техники и из убежденности, что такие заводы-автоматы могли бы появиться уже сейчас, хотя, к сожалению, создание таких заводов еще не начато. Но одна ЭВМ четвертого поколения, о которых мы уже говорили выше, успешно может справляться со всей работой по управлению предприятием.

— Какие производства, на ваш взгляд, должны перейти на полную автоматизацию в первую очередь?

— Думаю, сначала надо бы полностью автоматизировать предприятия машиностроения. Почему? Да потому, что машиностроение и строительство являются в первую очередь основой развития всего народного хозяйства. Строители создают корпуса новых заводов, а машиностроители начиняют их всем необходимым оборудо-



ванием. И поэтому огромное значение для нас приобретает создание заводов-автоматов именно в машиностроении.

Но в решении этой задачи есть свои трудности. Создать предприятия, аналогичные тем, что строились в 50-е годы, можно довольно быстро и сравнительно дешево. Однако они будут иметь все те недостатки, о которых мы уже говорили. Чтобы создать современные заводы-автоматы на кибернетической основе, необходимо огромное количество средних и малых компьютеров, да немало и мощных. Стоит же все это слишком дорого, и продукция таких заводов станет значительно дороже. Где же выход из создавшегося положения?

Первым делом необходимо перевести на автоматизированное производство саму... электронную промышленность. Как специалист, я прекрасно знаю, что ныне создавать ЭВМ старыми методами не только слишком дорого, но подчас и просто невозможно. Если машины первого поколения можно было собирать вручную, то монтировать электронно-вычислительные машины второго поколения оказалось труднее. Машины же третьего и

тем более четвертого поколения собирать так просто невозможно. Попробуйте вручную соединить тысячи интегральных схем, когда чуть ли не все они отличаются друг от друга!

Разумеется, любую ЭВМ можно собрать руками. Но если так делать машину четвертого поколения, на это уйдут десятилетия и понадобятся слишком большие производственные затраты; к тому же она устареет, не покинув еще стен предприятия. На мой взгляд, выходом из положения было бы строительство заводов-автоматов по производству ЭВМ. Как я уже говорил, такие предприятия должны быть очень гибкими и оснащаться должны станками, на которых можно обрабатывать совершенно разные, непохожие друг на друга детали.

Выпуская компьютеры по-новому, мы не только повысили бы их качество, удешевили производство, но и полнее удовлетворили бы всевозрастающий спрос на кибернетические устройства всего народного хозяйства. Постепенно на такой новый тип производства могли бы перейти и другие отрасли нашей промышленности.

— Виктор Михайлович, расскажите подробнее, как вы представляете автоматизацию изготовления ЭВМ? Ведь этот процесс не такой простой, как, допустим, сборка автомобиля на конвейере.

— Конечно, процесс изготовления электронно-вычислительной машины третьего и особенно четвертого поколений, значительно отличается от сборки других видов промышленной продукции. Возьмем, например, такой важный процесс, как изготовление многослойных плат печатного монтажа. Чаще всего эта операция похожа на обычную контактную печать с негатива. Через специальные шаблоны, или, как их еще называют, маски, засвечивается светочувствительный слой на плате со сплошным металлическим или диэлектрическим покрытием. При проявлении вещество незасвеченных участков исчезает, а засвеченных остается и защищает при последующем травлении лежащие под ним слои. После того как остатки незасвеченного вещества смывают, обнаруживается рисунок соединений или изоляции. Потом на него снова наносится сплошная пленка, на которой опять вытравливается необходимый рисунок, но уже по другой маске. Процесс этот вроде бы простой, если бы не изготовление масок: они-то и занимают большую часть производственного времени. Необходимо вычертить мон-

тажную схему в увеличенном масштабе, потом уменьшить ее фотографическим способом, отретушировать...

Современная техника позволяет получать чертежи монтажных схем, не прибегая к труду копировальщиц, — на автоматическом рисующем координатографе, получающем информацию прямо от ЭВМ в процессе проектирования. Он выдает сразу же готовый к пересъемке увеличенный чертеж схемы, что сокращает время производства масок. А не лучше вовсе обойтись без них? Это возможно, если воспроизводить рисунок прямо на плате с помощью остросфокусированного светового луча, управляемого компьютером.

Монтажная плата с нанесенным на нее светочувствительным слоем, перемещается вместе с управляемым ЭВМ программным столом, а неподвижный луч засвечивает необходимые участки. Конечно, при таком способе сам процесс засветки идет несколько медленнее, чем при методе масок, но зато отпадает необходимость каждый раз делать новые маски при внесении изменений в платы. Достаточно просто изменить программу ЭВМ, что делается очень быстро, и подготовка к выпуску новых плат готова. Такой способ позволяет даже в массовом производстве делать каждую плату по отдельной программе.

Надо заметить, что в последнее время стало развиваться новое направление микроэлектроники — так называемая элионика. Инструментом в этой технологии служат электронные и ионные лучи. С их помощью на одном крошечном кристалле какого-либо вещества, скажем кварца, можно изготовить целый блок, микросхему, практически со всеми необходимыми радиодеталями и соединениями. Для управления этой чрезвычайно тонкой технологией, не допускающей ошибку даже в доли миллиметра, создана специальная машина.

С очень высокой точностью может создавать соединения на плате и луч лазера, за движением которого тоже следит электронно-вычислительная машина. Такой луч, двигаясь в соответствии с программой, может испарять на своем пути металлическую пленку, а также засвечивать светочувствительный слой, что полностью исключает изготовление масок-шаблонов. Производительность этого метода довольно высока.

Не менее интересен и метод, при котором в месте соприкосновения луча с платой из газа, появляющегося

при испарении участка платы, образуется металлическая или диэлектрическая пленка. А так как луч можно заставить двигаться по направлениям, предусмотренным программой, то на плате образуются необходимые линии соединений и площадки изоляций. Таким же способом можно соединять отдельные элементы схемы, наращивая металлическую пленку в местах контактов.

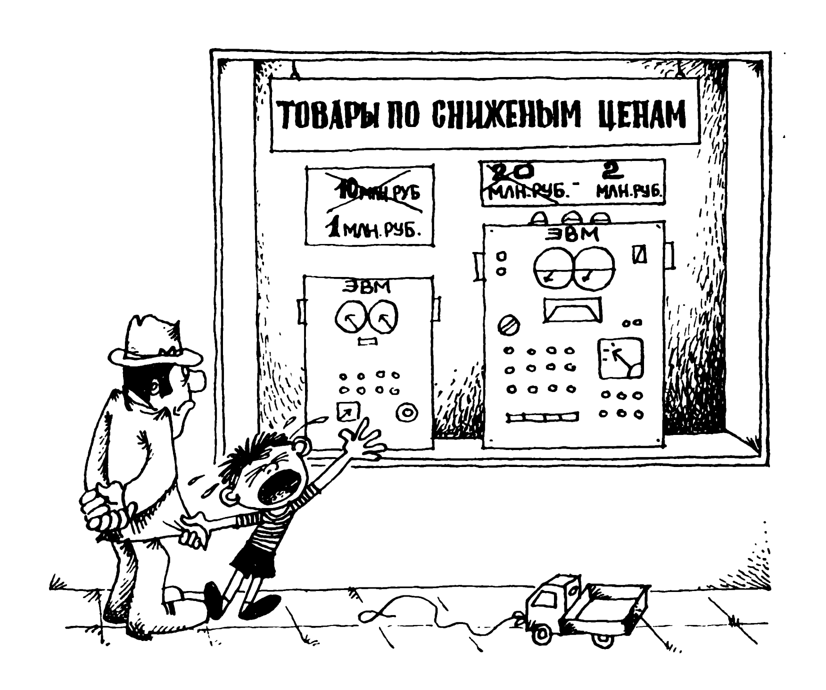
Итак, лазерный, электронный и ионный лучи, управляемые автоматом по программе, могут использоваться практически почти во всех процессах изготовления электронно-вычислительных машин. И если учесть, что все эти процессы могут управляться с помощью ЭВМ, то вполне понятно, какое широкое поле для автоматизации изготовления компьютеров они открывают.

Но изготовление схем печатного монтажа — не единственная область в производстве электронно-вычислительных машин, где могут применяться для управления компьютеры. Возьмите такие технологические операции, как сверление отверстий в платах, установка и запайка интегральных схем и других компонентов, контроль характеристик и параметров и многое другое. Компьютеры сами разработают программу производства этих процессов и будут следить за их выполнением. Это повысит производительность труда, сделает его более интересным, увеличит его рентабельность.

Как видите, автоматизировать можно практически все этапы изготовления такого сложного агрегата, как электронно-вычислительная машина. И слова мои о том, что изготовлять ЭВМ уже в ближайшее время необходимо на заводах-автоматах, — это не благие пожелания, а насущная необходимость. Уже сегодня существуют станки и отдельные линии, управляемые компьютерами или программными устройствами, призванными автоматизировать изготовление электронно-вычислительных машин.

— Виктор Михайлович, совершенно ясно, что сборка ЭВМ — чрезвычайно сложный процесс. Наверное, не менее сложен и контроль за качеством выпускаемых компьютеров?

— Здесь контроль необходим на всех этапах; без этого просто невозможно автоматизировать производство, так как при браке в одной из интегральных схем все дальнейшие операции просто бессмысленны. Возьмите такую сложную, но необходимую операцию, как ис-



пытания. Если проверять каждый цикл вручную, то не управиться за месяцы. Компьютер-контролер затратит на одну такую проверку всего миллисекунду, а на всю серию — несколько секунд.

Большие возможности контроля имеются и у лучевой технологии, о которой мы говорили выше. Чтобы автоматизировать такие сложные операции, как точное совмещение, и одновременно проводить анализ полученных структур и рисунков, надо использовать принцип электронного микроскопа и микроанализатора. В этом случае электронно-лучевая установка, связанная с компьютером, может без посторонней помощи разделить годные и негодные компоненты на пластине. Машина, получив эти данные, составит новую оптимальную схему их соединений, затем пошлет приказ лучу, и он, изменяя свое направление и параметры, выполнит эту схему.

— Выходит, на одной пластине должен быть предусмотрен избыток интегральных схем?

— А почему бы и нет? Вспомним, чем отличается человеческий мозг от «мозга» кибернетического. Сегодня при создании ЭВМ мы добиваемся, чтобы каждый из со-

ставляющих ее элементов работал с высокой степенью надежности. Наш же мозг действует совершенно иначе: он использует, если так можно выразиться, избыточную технику. В этом случае достаточно какой-нибудь из клеток «забарахлить», как ее тут же подменяет другая. Сами мы этого даже и не замечаем. Да что там отдельные клетки! Известно, что у человека с поврежденным в результате операции или несчастного случая даже целым участком мозга постепенно восстанавливались все его функции. И вполне понятно, что работающая на таком же принципе ЭВМ была бы куда более надежной и безотказной, чем современные машины.

Конечно, такие машины мы еще не скоро научимся делать, но создать на пластине некоторый избыток схем мы можем уже сегодня. И компьютер, проверив их параметры, как я уже говорил, соединит лишь работоспособные, а негодные обойдет. Как вы понимаете, даже такой прием намного облегчит сборку электронно-вычислительных машин.

В дальнейшем конструкторы начнут использовать и избыточное число элементов, соединения между которыми будут выполнены так, что при отказе одного элемента в работу будет автоматически включаться запасной. На размерах машины эта избыточность почти не скажется: ведь известно, что все интегральные схемы без корпусов (конечно, необходимые для нормальной работы ЭВМ) можно поместить в спичечном коробке. И только всякие там приспособления для герметизации, материал, идущий на сборку в узлы и блоки, увеличивают суммарный объем ЭВМ в десятки тысяч раз. Так что увеличение количества полупроводниковых кристаллов с интегральными схемами, собранными на одной плате и заключенными в один корпус, на размерах машины не отразится.

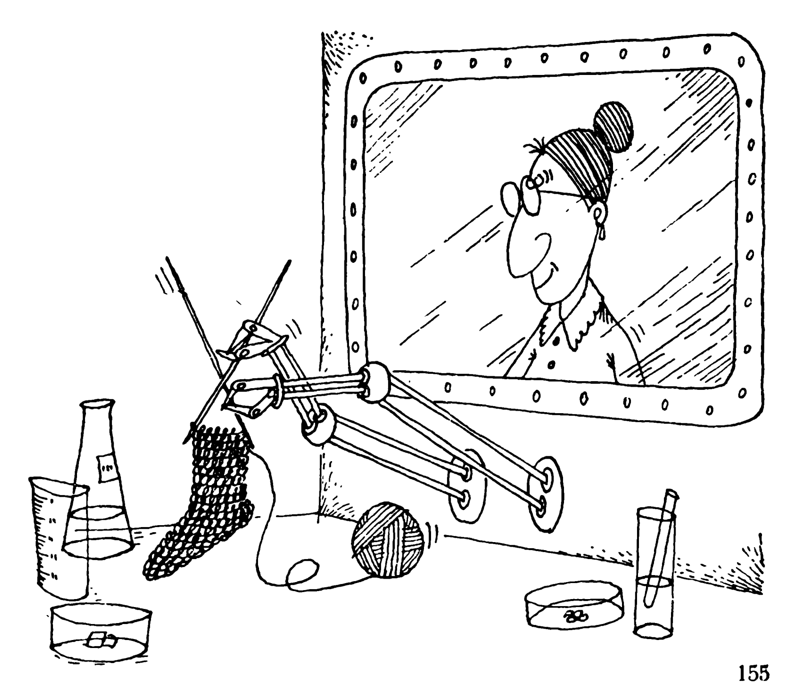
Правда, для воплощения такой идеи в жизнь потребуются новые технологические методы. Но на заводе-автомате, с которого мы начали беседу, все это окажется выполнимым, поскольку сама ЭВМ станет участвовать в рождении новой машины на всех этапах ее изготовления — от первоначальных исследований до испытаний. Машины станут не только более надежными, миниатюрными, но и значительно дешевле. Многие считают, что уже через 5 лет электронно-вычислительные машины станут в 5—10 раз дешевле, а маленькие машины, которые можно будет поставить на стол в лаборатории или

в кабинете ученого, значительно расширят свои возможности — они будут работать так же, как сегодня работают большие ЭВМ.

— Виктор Михайлович, из всего, что вы рассказали, совершенно ясно, что заводы-автоматы не только нужны, а просто необходимы. Когда же, по вашему мнению, такие предприятия появятся и почему их нет еще сегодня?

— Вы не совсем правы, считая, что таких предприятий нет. Наши хлебозаводы-автоматы, автоматические предприятия по производству цемента, некоторые химические предприятия и им подобные уже есть. И пускай большинство из них построено не на кибернетическом, а на механическом принципе, что, между прочим, вполне понятно, так как выпускаемая ими продукция практически не меняется, они все же помогают и нам, кибернетикам, перейти к созданию заводов-автоматов нового типа.

Механические заводы-автоматы — это своеобразная упрощенная модель предприятий будущего. И, несмотря на свою архаичность, они все-таки несут в себе немало интересного. И я нелестно о них отзывался не столько



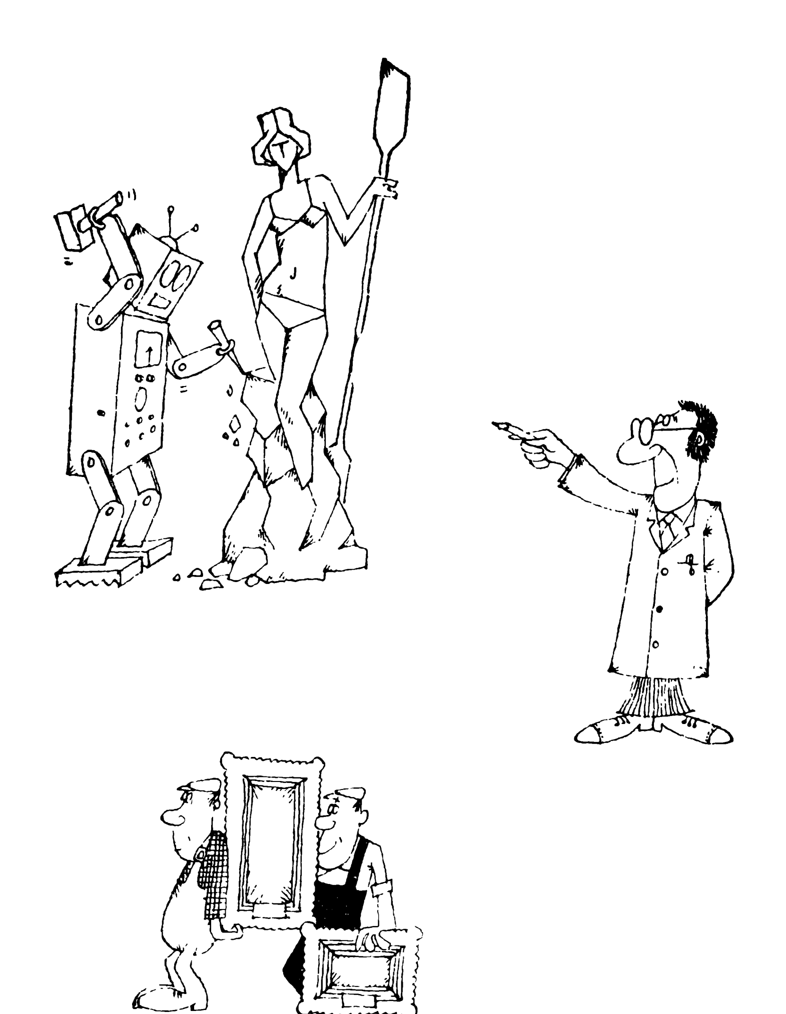
потому, что они плохи, сколько оттого, что будущее все же не за ними. А вот из вопроса, который вы задали, видно, что вы думаете, будто заводы-автоматы, построенные по кибернетическому принципу, появятся неожиданно и в законченном варианте. И в этом ваша ошибка. Процесс их создания — процесс постепенный, последовательный. Возьмите, например, роботов или «механические руки». Они, как мы уже говорили, существуют, хотя заводов-автоматов нового типа пока еще нет, и создавались они не для каких-то завтрашних нужд, а для дел нынешних.

Из приведенных примеров видно, что и на предприятиях сегодняшнего дня различным автоматическим манипуляторам вполне хватает работы. Если же взять такие области науки и техники, которые связаны с вредными средами, трудными условиями труда, радиацией, исследованием космического пространства, дна океанов и тому подобное, то в них роботы просто незаменимы. А станки с программным управлением и автоматические линии?! Они тоже, как я говорил, составная часть заводов недалекого будущего. А автоматизированное управление технологическими процессами?

Все это — основы заводов без человека, и они закладываются уже сегодня. Конечно, нельзя думать, что достаточно соединить все это вместе, как кубики в детской игре, и получится завод-автомат. Проблема гораздо сложнее, и потрудиться предстоит еще немало. Однако можно смело сказать, что создание заводов завтрашнего дня уже начато.

— И когда они будут созданы?

— Назвать срок с точностью до одного года невозможно. Но я считаю, что они появятся в текущей, десятой пятилетке. И построены они будут потому, что становятся просто необходимыми.



ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО «ТВОРЦА»

Есть ли пределы автоматизации? «Формулы перевода» не существует. Можно ли познать творчество? Диалог архитектора и компьютера. Искусство в цифрах. Кто написал «Илиаду»? Как будут учиться завтра? Прямой контакт лучше! Стоит ли жить вечно? Давайте рисовать вместе. Музыкальное «существо». Огромная и вечная память.

— Виктор Михайлович, во время нашей первой встречи вы обещали рассказать о «творческой» деятельности компьютеров. В последнее время об этом говорят и пишут очень много: печатаются стихи, написанные машиной, есть картины, созданные ею, ЭВМ играет в шахматы... И если обобщить все это, то получается, что машина действительно вторгается в те области деятельности человека, которые всегда считались его привилегией. Так есть ли пределы для такой автоматизации? В какой мере применение средств автоматизации в умственном труде возможно и есть ли необходимость широко внедрять компьютеры в искусство?

— Вы задали сразу несколько вопросов. Попытаюсь сначала коротко ответить на первый из них.

Уже сегодня можно дать вполне определенный ответ: никаких границ для применения средств автоматизации в умственной деятельности человека практически не существует. И в принципе даже нынешние, так называемые универсальные электронные цифровые машины вполне пригодны для интеллектуальной деятельности любого вида. Другое дело, что они часто еще не совсем для этого приспособлены.

— Но если не существует пределов для автоматизации творческих процессов, то, значит, есть какие-то математические формулы, способные выразить все многообразие человеческой интеллектуальной деятельности?

— Нет, я не собираюсь уверять вас, что если потребуется с помощью компьютера перевести с одного языка на другой какой-то текст, то надо выискивать какую-то чудодейственную «формулу перевода». Такой формулы нет, как не может существовать ее для любого другого вида интеллектуальной деятельности человека.

Основа, на которой применяются компьютеры для автоматизации умственной деятельности, совсем другая. Все дело в том, что любые правила для преобразования цифровой и буквенной информации могут быть разложены на элементарные части, число которых ограничено.

Можно провести аналогию с тем, что огромное разнообразие веществ, встречающихся в природе, сводится в конечном счете к комбинации относительно небольшого числа типов элементарных частиц: электронов, протонов, нейтронов... А различные книги — сборники лирических

стихов, философские трактаты и учебники по ядерной физике, — несмотря на огромную разницу в содержании, складываются из одних и тех же типографских знаков.

В принципе и для компьютера совершенно неважно, какова природа элементарных правил. Это могут быть математические формульные зависимости, правила грамматики, правила шахматной игры и многое другое. ЭВМ с полным набором операций способна выполнить любую работу по преобразованию любой информации, если она записана по одному из перечисленных типов правил, то есть если она запрограммирована.

Как раз этим и отличаются компьютеры от всех других средств автоматики, которые никогда не обладали такой широтой деятельности и могли выполнять лишь узкоспециализированные программы.

— Значит, компьютеры уже сегодня способны практически на все виды интеллектуальной деятельности?

— Нет, пока еще не на все. Разговор я вел в чисто принципиальном плане, с точки зрения которого уже сегодняшние компьютеры являются универсальными преобразователями информации. И следовательно, вопрос о возможности или невозможности выполнения машиной того или иного вида умственной деятельности сводится в первую очередь к вопросу о возможности или невозможности познания правил, на основании которых выполняется соответствующий мыслительный процесс. Дело в том, что не для всякого процесса одинаково легко составить программу, тем более трудно сделать это для процесса творческого.

Поэтому главное сейчас — изучить и точно описать ход интеллектуальной деятельности человека. Конечно, сам творческий процесс — явление очень и очень сложное. В настоящее время закономерности мышления изучены лишь в достаточно простых случаях. В сложных же, таких, скажем, как сфера творческой деятельности, исследования только начинаются, и для их проведения потребуются, несомненно, огромные усилия коллективов ученых и высококвалифицированных специалистов. Я не думаю, что мы скоро сумеем познать все законы художественного творчества и учесть их в программах ЭВМ. Машина в ближайшем будущем сумеет, наверное, что-то



придумать, сочинить, но вряд ли стоит считать это подлинным творчеством, искусством.

Чтобы пояснить эту мысль, приведу пример, правда, немного из другой области. Возьмем, к примеру, вышивку ковров. Действительно, их могут ткать, и с успехом ткут, машины. Но вместе с тем ковры делают и вручную, и такие изделия, между прочим, ценятся значительно выше. Мастера своего дела не только познали законы этого ремесла, но и проявляют что-то большее, быть может, пока не познанное. Ведь если все мы изучим законы стихосложения или гармонии, то это совершенно не означает, что все мы обязательно станем поэтами или композиторами. Ими окажутся лишь те из нас, у которых есть к этому призвание, а лучшими станут те, у кого есть талант.

Попробуйте дать точное, тем более математическое определение таланта. Боюсь, что это вам вряд ли удастся. Так же сложно перевести на язык машин, скажем, состояние вдохновения, в момент которого как раз и делаются выдающиеся научные открытия, создаются луч-

шие художественные произведения. Это не значит, что такие категории не поддаются изучению. Весь опыт развития науки, обобщенный материалистической философией, учит, что непознаваемых объектов и явлений в мире нет. И то, что еще не познано сегодня, будет рано или поздно познано, каким бы сложным и таинственным оно ни представлялось.

Однако познание законов мышления творческого человека, как и познание законов творчества, — это еще не все, что необходимо для создания «кибернетического творца». Если бы я так считал, то это означало бы, что я соглашаюсь с прекращением дальнейшего улучшения электронно-вычислительных машин. А это, естественно, не так.

Говоря о принципиальной возможности сегодняшних ЭВМ решать интеллектуальные задачи, я просто хотел заострить внимание на том, что с появлением компьютеров вопрос об автоматизации того или иного вида умственной деятельности сводится в первую очередь к изучению правил, по которым она происходит, и к переводу этих правил на элементарные машинные операции.

Однако даже самые лучшие из электронных машин пока далеки от этого; они еще, так сказать, не интеллектуалы, и ученым предстоит немало потрудиться, чтобы сделать их такими. Необходимо повысить скорость их работы, надежность, увеличить объем их памяти, сделать их более удобными в эксплуатации, научить самообучаться в процессе работы и проделать еще многое другое.

Процесс создания таких интеллектуальных машин представляется довольно длительным; они станут плодом деятельности многих поколений ученых. Только постепенно, шаг за шагом, мы придем к интеллектуальной машине.

— Ясно, что не все законы творческого мышления познаны, да и «сверхинтеллектуальной» машины еще не создано, но какие-то шаги по автоматизации творческого процесса уже сделаны? И на что сейчас способен «электронный творец»?

— Конечно, ученые не ждут, пока на свет появится такая «сверхинтеллектуальная» машина и будут познаны все процессы мышления. Они стараются приспосо-

бить имеющиеся в наличии ЭВМ и уже познанные законы умственной деятельности для решения вопросов автоматизации творчества. Но идут они не по пути передачи всех функций машине, а пытаются создать своеобразную систему «человек — машина».

— И как работает такая система? На что она способна в области художественного творчества, где математике отводится далеко не первая роль?

— Для начала возьмем архитектуру, в которой математика хотя и играет важную роль, но все-таки в ней присутствует и элемент эстетики, то есть категории, свойственной искусству. Вы согласны с этим?

— Да, конечно! Проектирование зданий не назовешь только техническим проектированием, поскольку человеку не безразлично, каким будет внешний вид жилого дома, театра или Дворца культуры.

— А если вы согласны с тем, что архитектура занимает место между техникой и искусством, то должны согласиться и с тем, что проектировать здание несколько сложнее, чем, скажем, новую ЭВМ. И дело здесь не в том, что создавать ее проще, чем создавать проект нового жилого дома. Просто, когда создается ЭВМ, то конструктор, а следовательно, и помогающий ему компьютер, совсем не пользуется зрительными образами, так как это совершенно не нужно.

Другое дело архитектура. Здесь зрительный образ, красота имеют если не первостепенное, то очень важное значение. Ведь когда мы создаем электронно-вычислительную машину, то нас в первую очередь волнует не ее внешний вид, а то, как она будет работать, как справится со всеми поставленными перед ней задачами. А кто разрешит архитектору строить дом, в котором, может, и удобно будет жить, но внешне он будет выглядеть неказисто, некрасиво?!

Вот эта сложность при проектировании зданий и делает совместную работу архитектора и компьютера весьма интересной.

Представим себе, как это примерно происходит.

На столе перед архитектором стоят три экрана, соединенных с компьютером. На них видны три проекции будущего здания или квартиры. С помощью клавиатуры он может делать различные геометрические преобразования, например, может попросить машину показать, как будет выглядеть здание со стороны прилегающей пло-

щади. Для этого ему достаточно приказать компьютеру развернуть дом на 35 градусов, и он тотчас появится на экране именно той стороной, какую хотел видеть архитектор.

И вообще применение таких экранов очень удобно в любом проектировании. С их помощью архитектор может, скажем, увидеть дом, квартал, улицу как бы со стороны, хотя на самом деле их еще не существует даже на листе ватмана, они находятся только в воображении автора, но он их уже может видеть зрительно. Такое разглядывание будущего сооружения не только приятно, но и позволяет архитектору заранее обнаружить какие-то неточности и исправить их.

А возьмите труд авиаконструктора. С помощью подобной системы он может увидеть на экране полет еще не существующего в материале самолета.

Все это в какой-то степени является моделированием процесса мысленного эксперимента, в котором вместо привычных длиннющих колонок цифр перед человеком на экране появляется изображение. И стоит ему внести в свое произведение какое-либо изменение, как машина тотчас покажет на экране новый чертеж.

Но начинается архитектурное проектирование, конечно, не с экранов: этот увлекательный этап является завершающим. Сначала в компьютер вводится система программ и «операционная система», которые обеспечивают разговор архитектора с машиной на понятном им языке. Вводится система директив, помогающая обрабатывать чертежную информацию, то есть позволяющая машине выполнять команды вроде: «повернуть чертеж», «сделать разрез» и тому подобное. Имеется набор программ для подсчета той или иной функции на данном объекте, например общей полезной площади или стоимости одного квадратного метра...

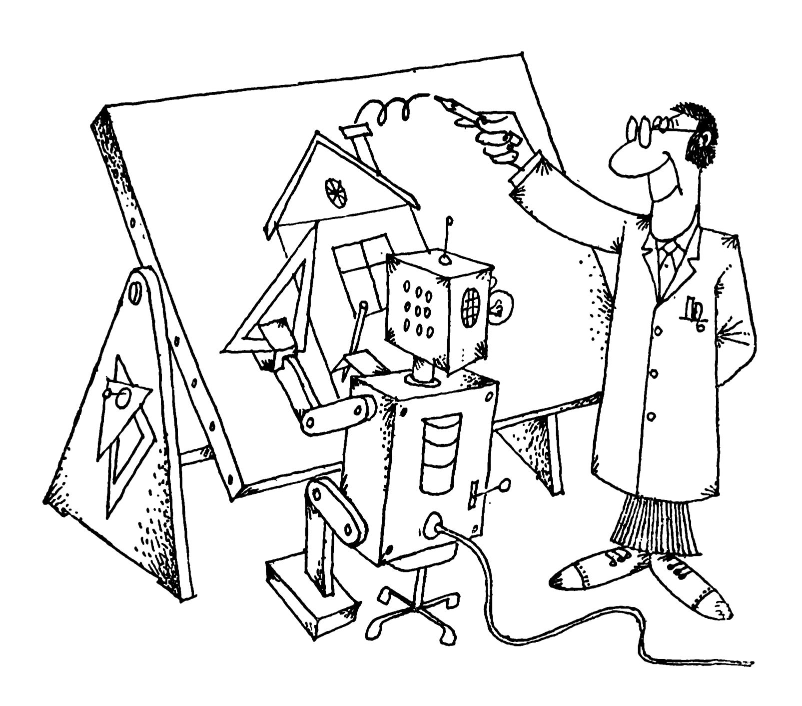
Без всего этого «разговор» машины и архитектора просто не смог бы состояться: она не поняла бы, что от нее требуется. И лишь когда перечисленные системы программ введены в машину, архитектор набрасывает световым карандашом на экране эскиз будущего здания. Если оно ему покажется не совсем таким, каким он хотел его видеть, эскиз можно стереть или подправить. При этом машина оценивает техническую возможность осуществления замысла и либо «соглашается» с архитектором, либо предлагает свой подобный вариант.

Но вот подходящий тип здания найден, и человек дает машине задание разместить на его этажах квартиры и дать план всего здания. Она делает это буквально в считанные секунды. Однако не все и не всегда у компьютера получается так, как нужно человеку. Дело в том, что кибернетики еще не научились переводить на машинный язык все, рожденные жизненным опытом, соображения, которыми руководствуется архитектор при планировке квартир или городских кварталов. И именно поэтому ту часть проектирования, которая выполняется, исходя из этих соображений, пока также целесообразно оставить за человеком. А то компьютер может так спланировать, что в двух соседних квартирах дверь будет открываться в дверь. И когда архитектор световым карандашом исправит подобные ошибки на экране, компьютер учтет эти изменения и выдаст данные о площади комнат, об объеме жилого помещения, о прочности перекрытий и так далее, только после этого наступает тот момент, о котором я говорил выше, то есть архитектор «осматривает» получившееся здание со всех сторон. И если находит его удовлетворительным, то нажимает кнопку, и компьютер начинает выдавать чертежи.

— Если я вас правильно понял, при таком «соавторстве» компьютера и человека первому пока поручается только рутинная, техническая часть творческого процесса?

— Совершенно верно; некоторые моменты творчества все же непереводимы на машинный язык, такие, как эстетические соображения, оценка красоты внешнего вида здания и совершенства форм. Они интуитивны, неуловимо зыбки в определениях, часто индивидуальны и свойственны лишь определенной творческой личности. Ведь отличие, скажем, архитектурного стиля Корбюзье от стиля Баженова определяется не только разницей эпох, в которые творили эти зодчие, не только различными техническими возможностями, в первую очередь оно определяется разностью их творческих индивидуальностей.

Так вот, поручив компьютеру некоторую типовую часть работы и находясь с ним в постоянном контакте в процессе проектирования, архитектор может вносить свои вкусовые поправки в начерно «рисуемый» им чертеж. Вот этим самым процессом архитектор и вносит



в свой проект творческое, если хотите, духовное, вдохновенное начало.

Еще проще обстоит дело при типовом проектировании. В таком случае архитектор получает каталог типовых деталей, из которых он должен «сложить» здание и которые производятся в массовом масштабе промышленными методами. Затем вводит параметры этих деталей в компьютер и, описав только внешний вид здания, заставляет саму машину решать, где и какие детали следует применять. Конечно, типовое проектирование несколько сокращает выбор архитектора, однако позволяет применить ЭВМ в более широком объеме.

Располагая информацией об имеющихся в наличии деталях и о проекте в целом, компьютер рассчитывает потери тепла, условия освещенности интерьеров дневным светом и составляет предварительную схему. То есть инженерная часть проектирования, оценка прочностных возможностей материала и технологической целесообразности того или иного решения целиком находится в ведении «электронного мозга».

— Если некоторые моменты творчества и в первую

очередь его эстетическая, индивидуальная и интуитивная части непереводимы на язык машины, то значит ли это, что в художественном творчестве автоматизация практически невозможна?

— Нет. И в художественном отношении ЭВМ может стать незаменимым помощником человека, особенно если он разработает совершенный и точный графический язык общения с машиной. Тогда она станет активным «соавтором» и в неинженерной творческой деятельности.

— Машины оперируют только числами, а числа лишь частный вид информации, с которой приходится сталкиваться человеку во всей его многогранной деятельности. Компьютер может управлять экономикой практически любой масштабности, вы доказали, что он может проектировать, хотя, правда, с помощью человека, но как он сможет писать стихи, сочинять музыку, если это так далеко от каких бы то ни было чисел?

— В возможностях компьютеров в приведенных вами областях сомневались многие. И на первый взгляд такие сомнения казались вполне обоснованными. Но именно только на первый взгляд. Суть вся в том, что числовой способ задания информации оказался почти универсальным. Подумайте сами, любую буквенную информацию можно закодировать числами. Да вы и сами, наверно, в детстве, начитавшись детективных романов, писали своим товарищам «шифровки», ставя вместо букв их порядковый номер в алфавите. Это, конечно, простейший вид перевода буквенной информации в числовую, но даже при нем алфавит может быть расширен: в него можно включить знаки препинания, знак пробела, любые специальные значки, буквы иностранных алфавитов — короче говоря, все, что может потребоваться в работе с машиной.

А теперь представим себе, что нам нужно перевести текст с английского языка на русский. В исходном английском тексте мы закодируем все буквы их номерами в латинском алфавите и введем полученную информацию в электронно-вычислительную машину. Подчиняясь составленной человеком программе, машина преобразует полученную ею последовательность чисел соответствующим образом: для нее-то это будут всего лишь действия с привычными цифрами. Когда же работа ею будет закончена, «расшифровать» полученный компьютером ре-

зультат в привычный буквенный вид в общем-то нетрудно: современные машины обычно снабжаются автоматическими буквопечатающими устройствами. Кстати говоря, задача кодирования исходного текста, отпечатанного на машинке, тоже решается сейчас с помощью специальных приставок к вычислительным машинам — читающих автоматов.

Как видите, никакой чудодейственной «формулы перевода» не существует. Практически любую буквенную информацию можно легко перевести в числовую и заслать ее для переработки в электронно-вычислительную машину.

Эксперименты по машинному переводу проводились неоднократно. У нас в стране первые опыты начались еще в 50-х годах, и за прошедшее время машины научились прилично переводить технические и научные тексты, газетные и журнальные статьи. Сейчас во многих странах есть специальные учреждения и лаборатории, занимающиеся машинным переводом.

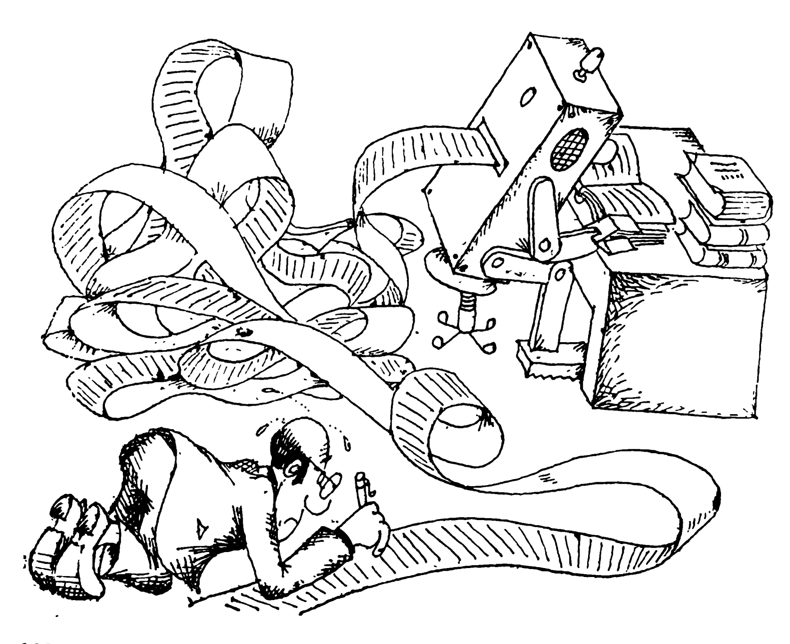
Во время первых опытов переводов в машину вводились на перфокартах фразы на русском языке. И через каждые пять-восемь секунд ЭВМ выдавала их английский перевод. Несколько позже во время одного из публичных «выступлений» компьютер на глазах у всех перевел около шестидесяти английских предложений. Чтобы такой перевод стал возможным, был подготовлен специальный словарь из 250 русских слов, записанных латинскими буквами. И это были не обычные обиходные слова, а термины и понятия из области социологии, математики, химии, металлургии. Их подбирали так, чтобы каждое имело два английских однозначных по смыслу слова. Кроме английских значений, в словаре указывались и три специальных кода-числа, которые использовали для управления машиной. Также были разработаны шесть синтаксических правил, обеспечивающих перевод.

— И что же, переводимые компьютером фразы не имели ошибок и были составлены по всем грамматическим правилам?

— Не совсем так. Перевод компьютера скорее напоминал перевод человека, не знающего языка, но пользующегося словарем, то есть компьютер подходил к переводу как к расшифровке. Вероятно, поэтому с пере-

водом художественной литературы дело обстоит пока несколько хуже, чем с переводом технической или научной литературы.

За последнее время появилось несколько специализированных вычислительных машин, рассчитанных для перевода технических текстов. В машине «Гарни», разработанной и построенной в Ереванском государственном университете, реализован алгоритм русско-армянского перевода математической литературы с русским математическим словарем объемом 6 тысяч слов. А в машине «Ямато», созданной в Японии и предназначенной для перевода с английского языка на японский, хранится 8 тысяч английских слов, 400 фраз и идеоматических выражений, около тысячи грамматических правил с их японскими эквивалентами. Но опять же, как видите, эти машины рассчитаны на перевод научного или технического текста. С литературой, как я уже говорил, дело обстоит значительно хуже. Компьютер пока сам справиться с ней не может, так как не всегда правильно понимает художественные образы, метафоры... А когда он начинает переводить их дословно, то получается,



как вы сами понимаете, не литература, а что-то непонятное.

Для перевода художественных текстов нужна система «человек — машина». Специалист, переводчик-литератор, работая в содружестве с электронно-вычислительной машиной, должен править все, что она переводит, фразу за фразой. Это довольно хлопотная и кропотливая работа, но она все же перспективна. При таком «соавторском» переводе машина экономит до 70 процентов рабочего времени переводчика, так как сам перевод она делает очень быстро, вся задержка только за тем, как быстро переводчик сумеет отредактировать этот текст, сделать из него художественное произведение.

— То есть компьютер выполняет как бы обязанности подстрочного переводчика?

— Да, пока его работу можно назвать так.

— Но все-таки перевод, да еще в таком «подстрочном» виде — это еще не художественное произведение. А какие в этом деле перспективы?

— Я не сомневаюсь, что уже в ближайшее время ЭВМ может стать отличным помощником поэтов; именно помощником, а не поэтом. Мы уже не раз говорили, какой поистине необъятной памятью обладают машины. А это значит, что, помимо другой информации, она способна хранить в себе неисчислимое количество различных рифм, и по приказу человека может выдать их очень много. Поэту останется лишь выбирать из них наиболее подходящие и использовать в стихотворении. Каким оно будет — зависит от таланта и вкуса самого поэта. Если произведение окажется плохим — машина виновата не будет.

Были попытки научить сочинять стихи и саму ЭВМ. Она выдавала сочетания слов, очень похожие на причудливые стихи. Мне попалось как-то на глаза такое стихотворение, сочиненное машиной:

Пока слепо плыл сон над разбитыми надеждами,
Космос кровью сочился над разбитой любовью,
Был из скрытых людей свет твой медленно изгнан,
И небо не спало.

Это четверостишие действительно похоже на стихотворение, и если не знать заранее, что оно сочинено компьютером, то можно, пожалуй, принять его за творение какого-либо новомодного поэта. Однако ни один

из поэтов не способен, конечно, сравниться в быстроте с компьютером, способным написать до 150 четверостиший в минуту. Некоторые из машин «сочиняют» и более удачные небольшие стихотворения. Значительные же произведения с сюжетными линиями и авторским отношением к описываемым событиям она создавать не способна. Ведь стихи пишутся под впечатлением определенного факта или явления, в порыве вдохновения; ЭВМ всего этого испытывать не может. Кроме того, она лишена возможности «понимать», что, хотя в принципе все слова, употребляемые в деловой речи или научной литературе могут быть использованы и в поэзии, смысл их в поэтическом произведении нередко оказывается совсем другим. Не может она сейчас также разобраться и в том, что в поэзии возможны такие сочетания слов, которые в обычной речи не всегда имеют смысл и тем не менее не кажутся нам случайным набором слов.

Очень хорошо компьютер проводит анализ литературных стилей. Конечно, его помощь не нужна, когда изучаются известные произведения известных авторов. Ведь у каждого настоящего поэта или писателя свой особый стиль, и мы никогда не спутаем произведений А. Пушкина и М. Лермонтова, В. Маяковского и А. Блока, И. Тургенева и Л. Толстого. В этих случаях установить авторство не составляет особого труда. Но литературоведам приходится встречаться и с безымянными произведениями, которые десятки и сотни раз переписывались, попадали из одного альбома или книги в другие, и годами, а то и веками люди не знали, кто их авторы. В таких ситуациях нередко возникают жаркие литературоведческие споры, и ни одна из спорящих сторон не может доказать свою правоту.

Так, уж века человечество восхищается гениальным древнегреческим эпосом — «Илиадой» и «Одиссеей». И примерно столько же веков продолжается спор, сам ли Гомер их написал, или же он просто собрал народные сказания; и если автором «Илиады» был все же он, то он ли написал и «Одиссею»?

На этот вопрос удалось ответить американскому ученому Д. Макдоунгу. Правда, ученый этот не литературовед, а... кибернетик. Работа по установлению авторства была довольно кропотливой. Сначала он сравнил произведения, авторство которых ни у кого не вызывало

сомнений: для этого в ЭВМ были введены перфокарты с оттиснутыми на них закодированными ямбами и проведены необходимые вычисления. Оказалось, что один автор в двадцати случаях из ста вместо ударного второго слога применяет неударный. И какое бы из его произведений мы ни взяли, это соотношение в каждом из них будет примерно одинаковым.

Когда эта закономерность была установлена, ученый принялся за «Илиаду». Все ее 15 693 строки он оттиснул на перфокартах и обработал на машине. Электронный «литературовед» отметил все стилистические особенности текста, раньше ускользавшие от внимания ученых. После их сопоставлений стало очевидным, что автором бессмертной «Илиады» является Гомер. Позже подобным же способом было установлено, что Гомер является и автором «Одиссеи».

Так с помощью компьютера удалось наконец-то разрешить многовековой спор литературоведов.

Помогать электронно-вычислительная машина может и писателям, пока, правда, не столько в самом творческом процессе, сколько в его технической части. Происходить это будет примерно так. Перед писателем находится пульт с клавиатурой, как на обычной пишущей машинке. Написанный автором текст тут же появляется на экране, на котором легко вносить поправки световым карандашом. Сделанные исправления машина сразу же учитывает, перенося слова в другую часть предложения, передвигая строки, вставляя дополнения, и т. д. Но вот текст окончательно отработан. Теперь достаточно нажать кнопку, и машина, подчиняясь приказу, печатает любое количество экземпляров.

Быть может, все это покажется на первый взгляд громоздким и не совсем удобным, поскольку компьютер пока еще занимает не так уж мало места, да и не будет же каждый писатель покупать его себе в личное пользование. Но делать этого пока совершенно и не надо. Достаточно дома иметь просто пульт с экраном, что позволит работать с компьютером, даже если он находится в другом городе: связаться с ним можно просто по телефону.

Пытался компьютер «творить» прозой и сам, не по своей, конечно, воле, а по заданию человека. Что из этого получилось, видно из отрывка, написанного машиной

«Калиоппа». «Мой горизонт состоит лишь из красной портьеры, откуда с перерывами исходит удушливая жара. Едва можно различить мистический силуэт женщины, гордой и ужасной; эта знатная дама, должно быть, одно из времен года. Кажется, она прощается. Я больше ничего, не вижу и продвигаюсь к занавесу, который мои руки смущенно раздвигают. Вот по ту сторону странный трагический пейзаж: циветта скребет землю, птицы летают с обеих сторон, садятся на ветки деревьев наполовину иссохшие. А тут черепаха, застывшая неподвижно: она почувствовала мое присутствие. Но почему она покрыта инеем? Мальчик подбегает: его пухленькие руки, его серьезное лицо придают ему вид молодого героя».

— Все рассказанное относится, так сказать, к буквенной информации. Может ли компьютер творить, пользуясь информацией зрительной или звуковой?

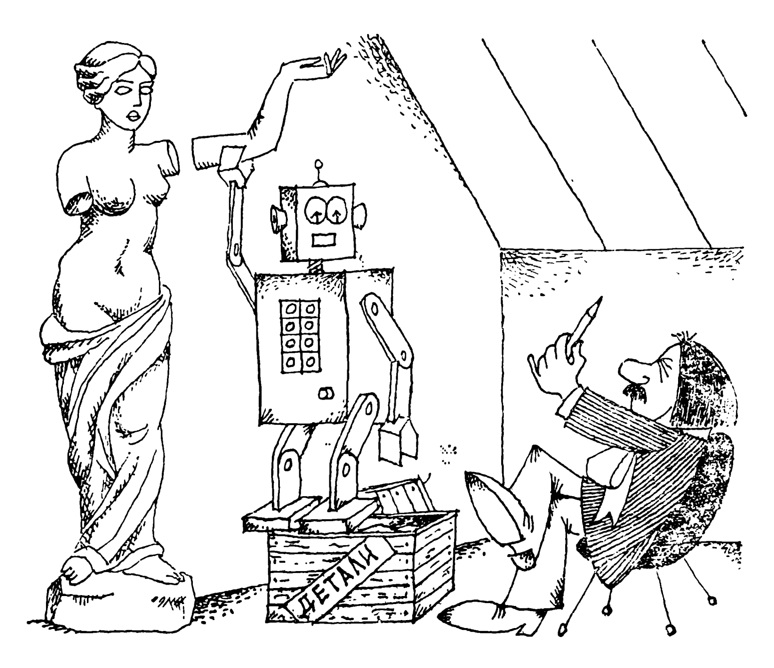
— Все дело в том, что универсальность числового способа представления информации не нарушается и в том случае, когда мы перейдем от буквенной информации к зрительной, то есть к чертежам, рисункам... Ведь каждый образ нетрудно разбить на очень маленькие элементарные участки, примерно так же, как это делается в телевидении или фототелеграфии. Дальше все пойдет совсем просто. Достаточно пробежать по этим участкам в строго определенной последовательности, измеряя их яркость, придать каждому участку свое число в соответствии с его яркостью и закодировать все изображение в виде последовательных чисел. Если понадобится закодировать цветное изображение, то яркость определяется в трех основных цветах.

Как видите, числовым способом можно кодировать практически любую информацию — зрительную, звуковую... С помощью чисел мы можем ввести в компьютер разные сведения, а не только собственно числовую информацию. Современная техника имеет в своем распоряжении всевозможные приборы для кодирования и декодирования звуковой, зрительной и других видов информации. Правда, пока не все они совершенны, но это, как вы понимаете, не имеет принципиального значения, важно, что создание их возможно, а усовершенствование, улучшение — дело времени.

— Ну, раз компьютеру все равно, в каком виде воспринимаемая и выдаваемая им информация, значит, мо-

гут быть созданы электронные живописцы, графики или прикладники?..

— Действительно, в этой области электронно-вычислительные машины могут применяться довольно широко. Возьмите хотя бы создание мультипликационных фильмов. Дело это очень и очень хлопотное и трудоемкое. Оно связано с длительной и почти механической работой по изготовлению множества однотипных рисунков, необходимых для того, чтобы персонажи на экране могли двигаться, жестикулировать, разговаривать. На создание одной мультипликационной картины уходит нередко целый год. В содружестве же с компьютером это время можно намного сократить. Вариантов такого взаимодействия может быть несколько. Скажем, человек рисует лишь начальный и конечный этапы того или иного движения своего героя, затем вводит в компьютер свое представление этого образа с его характерной внешностью, мимикой, манерой походки, и всю раскадровку, все промежуточные этапы движения очень быстро нарисует машина. Или же другой вариант: художник рисует только отдельные элементы фильма — дом, дерево, собаку, ге-



роя, его руку, ногу, голову, а компонует все это опять же сама машина. Создателям фильма остается только выбрать лучшую из этих композиций.

Вполне возможен и вариант содружества. Художник сидит за пультом с телевизионным экраном и клавиатурой управления и отдает приказ: показать дерево! Тут же на экране появляется 50 вариантов деревьев, заложенных в память ЭВМ. Просмотрев их и решив, что ни одно из них не подходит, он требует еще несколько. В конце концов нужное дерево находится. Таким же образом выбираются нужные очертания дома с понравившимися окнами и подходящим крыльцом.

По приказу эти дома компьютер ставит в определенном порядке, обносит, если надо, оградой, помещает в окнах выбранных раньше персонажей и т. д.

Опыты по созданию мультфильмов с помощью электронно-вычислительных машин проводятся в нашей стране. На математическом факультете Московского государственного педагогического института с помощью ЭВМ был «снят» фильм «Кошечка». В нем серая ушастая кошка появляется из-за рамки кадра; осторожно переставляя лапы, она идет по экрану, останавливается и потом поворачивает лукавую мордочку к зрителям. Мультфильм этот небольшой и длится всего около минуты. Но это только начало, первый опыт, доказывающий перспективность союза человека с компьютером в создании рисованных фильмов.

Машина очень изобретательно варьирует и придумывает всевозможные орнаменты, для чего ей необходима лишь соответствующая программа. Это, естественно, не значит, что все предложенные машиной варианты орнамента хороши. Нередко человеку удается выбрать один из десятков, а то и сотен. Но это и не удивительно, ведь и художнику не сразу удается создать отличный оригинальный орнамент. Однако если учесть, что компьютер каждый вариант придумывает довольно быстро, то отбор лучшего орнамента из того, что предлагает машина, особого труда не составляет. Такой отбор, помимо всего, является довольно своеобразным испытанием эстетического вкуса человека. Так что, как видите, применение электронно-вычислительных машин в прикладном искусстве весьма перспективно.

— Виктор Михайлович, создавать мультфильмы и орнаменты все-таки, наверное, легче, чем живописные по-

лотна. Скажите, а могут пользоваться компьютерами художники-портретисты или же те, кто создает монументальные произведения?

— К сожалению, о собственно живописи этого пока сказать нельзя, дело здесь обстоит значительно сложнее. Мне хочется привести такой пример. Однажды компьютеру поручили создать портрет «Мисс объединенная Европа». Для этого в него ввели запрограммированные портреты десяти самых красивых женщин. И на этой основе он должен был синтезировать портрет красавицы. Для машины это дело оказалось не столь уж простым. Создавая портрет, она взяла от каждой из женщин то, что считалось самым красивым: волосы Жаклин Кеннеди, подбородок Бриджитт Бардо, глаза Софи Лорен... И когда все было соединено вместе, получилась не красавица, а какая-то уродина. Электронный «художник» «понять» этого не мог и считал, что все сделал правильно. А произошло все это по той же причине — понятие красоты, ясное всем нам, ввести в ЭВМ не так-то просто. Красота — это слишком сложная, абстрактная категория, которую мы еще не можем расчленить на малые элементы и, закодировав, ввести в машину. Чтобы понимать ее, человек всю жизнь воспитывает в себе чувство прекрасного, учится отличать красивое от менее красивого и т. д. И, несмотря на это, разные люди неодинаково оценивают произведения искусства, не всегда совпадает их эстетический вкус, и то, что нравится одному, не всегда нравится другому. Так попробуйте «втолковать» все это машине!

Но есть и более удачные примеры. Однажды на конкурсе машинного искусства в Англии провели такой эксперимент: нужно было нарисовать портрет старика. Художник сделал нормальный реалистический контурный портрет и, запрограммировав его, ввел в ЭВМ. Через положенное время она выдала вариант портрета, который нарисовал бы только импрессионист. Надо сказать, что портрет получился у нее неплохой, мне, например, он понравился.

И опять, как видите, машина делала это не сама, а по введенным в нее человеком данным и правилам. Но, повторяю, все это лишь эксперименты, и эксперименты обнадеживающие, так как демонстрируют определенные перспективы в этом вопросе. Я не знаю точно, как долго пишут свои полотна художники, но если брать не такие

шедевры, как «Явление Христа народу» А. Иванова, а обычные цветные рисунки, то думаю, что уже в наши дни применение ЭВМ намного сократило бы время их труда.

Это, конечно, не значит, что сегодня к «машинной» живописи нельзя относиться всерьез. Мы пока лишь делаем первые шаги и находимся, так сказать, у истоков применения компьютера в этом деле. И вряд ли кто-либо взялся бы раз и навсегда отрезать компьютеру дорогу в живопись. Ведь делает же машина некоторые успехи в абстрактной живописи! И если сегодня в живописи реалистической школы получается нечто вроде описанного выше портрета красавицы, то это совсем не означает, что завтра компьютер не сможет добиться успехов.

Уже сегодня электронный мозг внес немалый вклад в решение некоторых искусствоведческих проблем. Так, например, уже не один век специалисты всего мира спорили о том, как же на самом деле выглядел гениальный Леонардо да Винчи. Даже тот, известный всем нам автопортрет, на котором изображен печальный старец с волнистой бородой, тоже нельзя считать полностью достоверным. В «Истории физики» М. Лоцци под этим рисунком стоит такая подпись: «Автопортрет Леонардо да Винчи (предположительно). Хранится в Турине». И действительно, для сомнений есть некоторые основания, так как этот рисунок никем не заверен. Существуют и другие портреты, эскизы, якобы изображающие великого Леонардо.

Не менее интересовало искусствоведов и то, как же выглядел Леонардо да Винчи не в старости, а в раннем возрасте.

И вот на помощь искусствоведам пришел кибернетический мозг. Советские математики предложили метод так называемой пластической деформации изображений. Причем постепенно изменяемая сложная поверхность может графически воспроизводиться печатающим устройством электронно-вычислительной машины.

С помощью ЭВМ специалистам удалось не только сопоставить несколько предполагаемых изображений Леонардо да Винчи и отобрать те из них, на которых действительно был изображен он, но и после того, как в нее ввели параметры формы головы пожилого Леонардо, по-своему изобразить профиль живописца. Покончив с этой

работой, «электронный мозг» принялся «омолаживать» портрет, изобразив да Винчи, каким он был примерно в 65, 50 и 35 лет. А в заключение машина выдала совершенно необычное изображение: всем известный печальный облик старца вдруг озарила лукавая улыбка.

И хотя это только первые шаги ЭВМ в искусствоведении, думаю, что перед таким методом восстановления образа великих людей прошлого открыто большое будущее.

Не менее любопытна и другая «кибернетическая» история, связанная опять же с Леонардо да Винчи. Не так давно любители живописи в Японии были довольно заинтригованы одной из радиопередач, посвященной пребыванию в Токио знаменитой «Джоконды». О бессмертном творении великого мастера рассказывала сама... Мона Лиза. Слушатели радиопередачи услышали нежный голос молодой женщины, говорившей по-итальянски: «Я родилась во Флоренции. Портрет мой был написан, когда мне было 26 лет».

— Как же мог появиться на свет этот голос? Ведь магнитофонов в то время не было, да и других видов звукозаписи тоже не существовало. Скорее всего это говорила какая-нибудь артистка?

— В том-то и дело, что это не совсем так. Это действительно был «подлинный» голос Моны Лизы... синтезированный компьютером. Специалист, изучавший черты лица, форму губ и носа по знаменитому портрету, сделал свое заключение о том, каким мог быть голос итальянки, жившей несколько веков назад. Ну а затем на основе этих данных проделал все остальное: записал выданный компьютером «результат» на магнитофон.

— За последнее время в печати стали появляться сообщения о создании так называемой электронной музыки — музыки, сочиненной компьютером. Проводились даже конкурсы «электронных композиторов». Не скажете ли вы, чем вызван интерес именно к этому виду «творческой деятельности» ЭВМ?

— Интерес этот не случаен. Дело в том, что сама электронно-вычислительная машина — «существо» очень музыкальное, и применение ее в этом виде творчества считается, пожалуй, чуть ли не одним из самых перспективных. В свое время многих поразила «Иллиак-сюита», сочиненная высокоскоростным компьютером. Она была четырехголосой и состояла из четырех частей, каждая из

которых создавалась по своим правилам. В первой из них музыка звучала в стиле старинной гармонии — так писали века три назад. Правила для этой части сильно ограничивали компьютер, и, как считают специалисты, он не пошел дальше задач, которые решают ученики музыкальных школ.

Когда же компьютер принялся за сочинение четвертой части сюиты, ему предоставили полную самостоятельность, то есть не ставили перед ним никаких ограничений. В результате он выдал, как это ни прискорбно, настоящую какофонию, дикие звукосочетания, музыкальную нелепость.

Были попытки научить компьютер сочинять и оригинальные мелодии. Для этого ноты обозначали пятизначными числами. Две первые цифры давали порядковый номер звука, третья — его длительность, четвертая и пятая — высоту. ЭВМ давалось указание заканчивать мелодию всегда первой ступенью лада, при этом идти к концу как можно более коротким интервалом.

В конечном счете, когда набор математических правил вложили в компьютер, он выдал несколько вальсов и маршей.

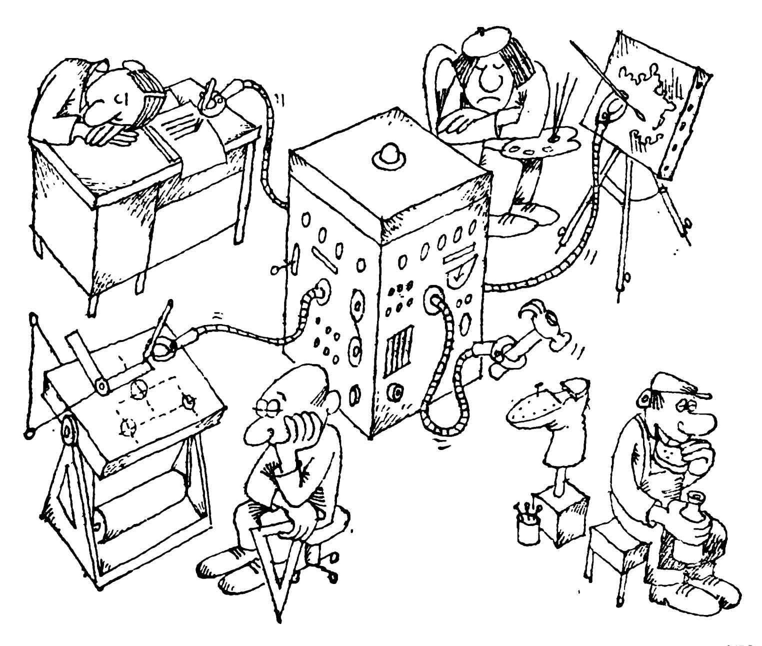
А что касается конкурсов музыкальных произведений, написанных компьютерами, действительно они проводились уже несколько раз и имели большой успех. Они продемонстрировали, что ЭВМ-композиторы, по крайней мере как создатели современной эстрадной музыки, весьма «талантливы», если, конечно, можно употребить такое определение к машине.

Случались на таких конкурсах курьезные, но очень показательные эпизоды. Устроители подобных музыкальных состязаний, зная предубежденность некоторых членов жюри к машинному искусству, нередко специально ошибались при объявлении очередного номера, приписывая произведение, сочиненное человеком, компьютеру и наоборот. И очень часто в таких случаях первенство доставалось машине. Мало того, когда тайна раскрывалась, то не все сразу соглашались верить, что так понравившаяся им мелодия сочинена не человеком. Мне кажется, что этот пример наглядно демонстрирует «музыкальные» возможности электронно-вычислительных машин.

Я могу привести еще один пример, в котором компьютер играет роль не просто композитора, а создателя му-

зыкального произведения в подражание тому или иному автору. Однажды в машину заложили программы всех фуг И.-С. Баха. Она написала новую фугу, именно новую, а не компиляцию. Получившееся произведение настолько было похоже на музыку великого композитора, что даже музыковеды посчитали его одной из неизвестных фуг И.-С. Баха. И только после повторных прослушиваний убеждались, что это все же совершенно новое произведение, хотя и очень похожее на сочинения композитора.

Сейчас трудно сказать, будут ли люди заставлять компьютеры сочинять музыку или оставят эту сферу творческой деятельности себе. Как говорится, время покажет. Ведь все, о чем говорилось, было всего лишь экспериментами, а не целью, были опыты, доказывающие поистине огромные, неисчерпаемые возможности электронно-вычислительных машин. Однако можно с уверенностью сказать, что если уже сегодня поручить компьютеру провести аранжировку или оркестровку музыкальных произведений, то он справится с этим отлично.



— Виктор Михайлович, некоторые специалисты высказывают опасения, что именно автоматизация таких областей умственной деятельности человека, как изобретательство, конструирование, научная работа, различные виды творчества, в конечном счете приведет якобы людей к умственной лени. Как вы считаете, действительно ли существует такая опасность?

— С такими доводами я знаком. И могу сразу же сказать, что они не выдерживают никакой критики. Чтобы понять, почему я так считаю, давайте разберемся во всем по порядку. Первой и основной причиной такого пессимистического отношения к автоматизации является мысль, что эра столь умных машин, при которых можно будет говорить о «недостатках интеллектуальной деятельности» для человека, наступит чуть ли не завтра. Однако, как мы выяснили, для создания таких «сверхинтеллектуальных» компьютеров потребуется кропотливая и долголетняя работа нескольких поколений ученых.

В наши дни решение задач, связанных с автоматизацией умственного труда, еще требует колоссальной работы. Сейчас спрос на интеллектуальный труд во много раз превышает предложение. Мы уже говорили, что в эпоху научно-технической революции нам необходимы люди знающие, квалифицированные. С одной стороны, автоматизация высвобождает большое количество людей, занятых рутинной работой, а с другой стороны — требует еще большего количества людей творческих.

Но и в век полной автоматизации человечество не будет поражено таким бичом, как «умственная лень». Автоматизация умственного труда в конечном счете приведет к повышению его производительности. И это можно использовать по-разному. Конечно, с одной стороны, вполне допустимо, что кто-то захочет поставить ее на служение такой цели, как уменьшение спроса на интеллектуальные усилия человека. Но, по-моему, гораздо вернее будет использовать эту возможность для увеличения темпов научно-технического и культурного прогресса. И в таком случае этот рост может происходить без какого бы то ни было снижения спроса на интеллектуальные усилия людей.

— Вы хотите сказать, что ситуация, когда «интеллектуалы» просто станут не нужны, вряд ли создастся?

— Теоретически это возможно, но лишь тогда, когда полностью автоматизировалось бы не только материальное производство, но стали бы развиваться наука и культура без вмешательства человека. И только в этом случае спрос на интеллектуальные усилия человека действительно мог бы упасть. А теперь встает вопрос — нужна ли постоянно развивающемуся человеческому обществу такая, практически доведенная до абсурда, полная автоматизация?

Мне кажется, что если исходить из тезиса, что человечество не станет задерживаться на каком-то достигнутом, пускай и очень высоком уровне развития, а будет постоянно развиваться, стремясь к новым знаниям, к новым взлетам искусства, культуры, то такие «сверхумные» системы ему будут просто не нужны. Насколько я понимаю, искусство — это не просто самоцель, а скорее всего метод выражения себя, своего образа мышления, своего отношения к жизни, ее событиям и проблемам. Я думаю, что и ученый разрабатывает какую-то новую теорию, открывает тайны неведомых миров, создает новые материалы или приборы не только потому, что это в данный момент необходимо народному хозяйству, но и потому, что сам просто не может жить без этой работы, без мысленного анализа каких-то событий или экспериментов, без каждодневного полета фантазии. В таком сочетании социально и лично необходимого и заключается он — ученый, мыслитель — и как человек, и как гражданин.

Вот в этом-то как раз и вижу я сходство между людьми науки и искусства. Последние тоже творят свои музыкальные произведения, рисуют картины, создают скульптуры, пишут стихи или рассказы не потому, что этого от них кто-то требует, а оттого, что в этом вся их жизнь. Хотя, конечно, я не хочу отрицать, что и им нередко приходится работать, а вернее, творить по заказу. Но они именно творят, а не делают что-то заранее определенное, регламентированное.

И я полностью согласен с вами, что людям далекого будущего, тем, кому в отличие от большинства наших современников скорее всего не придется постоянно думать о хлебе насущном, вряд ли захочется направлять весь «гений» электронно-вычислительных машин на то, чтобы навсегда освободить себя от необходимости думать, творить. Зачем? Ведь человек, который и отличается от

всех других, обитающих на Земле, живых существ как раз тем, что не только может мыслить, но и просто не представляет себе жизни без работы мысли, вряд ли вдруг ни с того ни с сего возьмет да и откажется от этой своей привилегии...

— Можно ли все-таки согласиться с тем, что если не сейчас, то в будущем компьютеры смогут взять на себя, так сказать, все мыслительные функции человека?

Некоторые западные ученые, ссылаясь на нынешние успехи кибернетики и указывая на неограниченные возможности компьютеров будущего, говорят о внеклассовости этих достижений, о том, что в недалеком будущем они устранят различия между социалистическим строем и капиталистическим. Некоторые из них даже предполагают, что все сегодняшние классовые противоречия померкнут перед противоречиями между человеческим и так называемым «машинным обществом».

— В принципе легко себе представить, что со временем может быть создана автоматизированная система, включающая в себя управление не только производством, но и экономикой, планированием, научно-техническим прогрессом. Кроме того, машины, включенные в эту систему, смогут писать музыку, сочинять стихи, рисовать картины и заниматься многими другими делами, которые характеризуют собой высокоразвитое общество. И всем этим программам можно придать самоорганизующийся характер. Мало того, недалеко то время, когда компьютеры смогут и «саморазмножаться», то есть будут проектироваться самой ЭВМ и изготовляться на заводах-автоматах без какого-либо вмешательства со стороны человека. И вот в этом некоторые видят признаки того самого развивающегося отдельно от людей «машинного общества», о котором неоднократно писали и говорили еще на заре кибернетической эпохи.

В чисто теоретическом плане все это на самом деле реально, так как пределов возможностей компьютеров в общем-то не существует. Как мы уже говорили, в любом виде информационно-интеллектуальной деятельности машина может заменить человека и даже превзойти его. Но разве означает это, что подобная интеллектуальная «сверхмашина» или же целая система машин может рассматриваться как эквивалент человека в социально-историческом плане? Конечно, нет! Отношение общества даже к самой совершенной машине, представляющей со-

бой в конечном счете орудие производства, и отношение к человеку, создающему орудия производства, довольно сильно различаются. Ведь то, что такое «общество» возможно в чисто техническом плане, совершенно не означает, что оно станет реальностью в плане общественно-историческом.

Авторы таких мрачных прогнозов, которые на первый взгляд и могут кому-то показаться реальными, забывают об общественно-исторических процессах. Они исходят из предпосылки, что прогресс в материальном производстве, в науке и технике никак не связан с прогрессом социальным. А это в корне неверно. Я, конечно, не хочу сказать, что закономерности, вскрытые историческим материализмом, выражаются простой математической формулой и что, подставляя в одну часть этой формулы научно-технический уровень, мы можем получить в другой ее части соответствующую общественно-историческую формацию. Думать так было бы слишком наивно. Но все же общая закономерность, определяющая зависимость социального прогресса от прогресса в материальном производстве, действует столь же неукоснительно, как и фундаментальные законы природы.

Не вызывает никаких сомнений то, что качественный скачок в технике и производстве в результате происходящей сейчас второй научно-технической революции приведет в конце концов не к какому-то машинному обществу, а к полному торжеству мира и социализма.

Чтобы убедиться в этом, достаточно просто обратиться к истории и вспомнить период первой технической революции. Она была связана с изобретением механического двигателя, вызвавшего широкое развитие массового фабричного производства. Эта революция не только неограниченно умножила физические способности человека, но и привела к уничтожению феодализма, как общественно-политической формации.

Но давайте на какое-то время допустим, что такое «машинное общество» уже создано и человек с определенного момента никак не вмешивается в работу компьютеров, а лишь пользуется плодами этой работы. Такие выводы противоречат нашим представлениям о действительных закономерностях общественного развития. Ведь вряд ли кто из здравомыслящих людей станет утверждать, что человечество на каком-то определенном этапе остановится в своем развитии. Постоянно движущемуся

вперед при любом уровне автоматизации, ему будет просто необходимо вмешаться в работу даже очень «умных» машин, направить их на удовлетворение своих непрерывно растущих духовных запросов. И оно всегда будет давать все новые и новые задания таким, пускай и совершенным, машинам. За ним, за человеком, останется окончательная оценка создаваемых духовных и материальных ценностей. Именно он будет указывать новые цели, к которым следует стремиться. А машины, как мы уже неоднократно говорили, освободят его от однообразной и нудной умственной деятельности совершенно так же, как сейчас освобождают его от необходимости выполнять сложные и кропотливые вычисления.

Когда я слышу пророчества о неизбежности вырождения человечества или вытеснения его сверхумными машинами, невольно приходят на ум такие же «пророки» времен первой технической революции. В тот период тоже предсказывали вырождение человека в связи с тем, что машина брала на себя значительную часть утомительного физического труда. И рисуемые ими картины выродившегося человека были не менее мрачными, чем те, что создают современные пророки. Но, как мы видим, никакого вырождения не последовало. Таблицы высших спортивных достижений в конце XIX века и в наши дни убедительно свидетельствуют, как далеки были подобные утверждения от истины.

А мрачные сомнения возникают у некоторых потому, что они путают два разных понятия — возможности компьютера и необходимые области его применения. Я уже несколько раз говорил, что электронно-вычислительные машины в принципе могут быть использованы во всех областях интеллектуальной деятельности. Другое дело — всюду ли ими надо пользоваться.

Высказывается мнение, что компьютеры могут посягнуть на «интеллектуальные права» человека, попросту говоря — заменить его не только там, где нужна физическая сила, но и в сфере умственной деятельности. Я сам математик; и, кажется, кому, как не мне, бояться бы компьютеров, которые в первую очередь вторгаются в мою профессию. Меня же это не пугает, даже наоборот: приход их создает возможности для так называемого творческого бессмертия, позволяет оставлять грядущим поколениям не только результаты умственного

труда, что уже было обеспечено созданием письменности, но и сам процесс творчества, свой творческий метод. Что я могу оставить потомкам сегодня, в эпоху «ручного творчества»? В лучшем случае несколько учебников, найденные мною доказательства трудных теорем, формулировки новых понятий, перечень новых проблем, открытые мною законы. Но ведь все мы прекрасно понимаем, что даже самые лучшие мои ученики и самые подробные записи не смогут передать глубины моего творческого метода, интуиции, опыта, накопленного объема знаний, то есть всего того, что трудно, а подчас и невозможно передать словами. И все это, как вы сами понимаете, полностью потеряется с моей смертью.

Разве что только другой ученый познакомившись с моим наследством, оттолкнется от него и пойдет дальше, но все же своим путем, хотя, быть может, и очень похожим на мой. Даже мой ученик на основе моего метода исследования, который он познает не столько из оставленных мною записей, сколько в процессе общения со мной при совместной работе, разработает все же свой метод, хотя, вполне возможно, весьма схожий с моим.

А в эпоху «машинного творчества» ученый может оставить после себя не только результат труда, но и соответствующие программы, с помощью которых электронный мозг доказывал новые теоремы, указания на способ достижения этого результата. И где-то в далеком будущем этим его методом будут доказываться новые теоремы, достигаться новые интересные научные результаты. Короче говоря, индивидуальный процесс творчества ученого, как бы отделившись от своего творца, будет продолжать выдавать новые интересные результаты в течение многих лет и после смерти ученого. Причем я совершенно уверен, что творческое бессмертие в такую «машинную» эпоху может коснуться не только математиков, но и других творческих работников в различных областях науки, культуры и искусства. И такое бессмертие устроит всех.

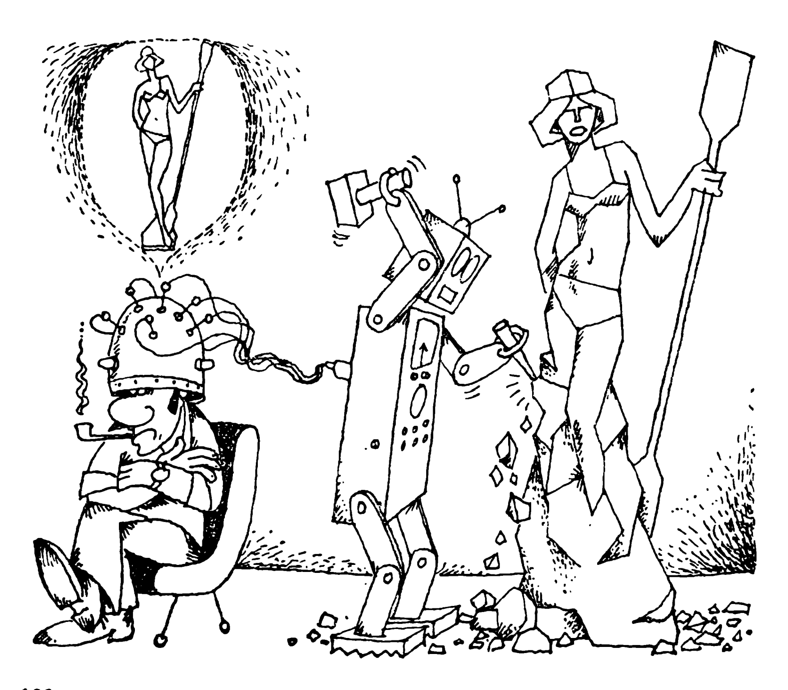
— Как будут передаваться все эти знания, творческие методы, интуиция компьютеру? Математику или физику сделать это сравнительно просто: закодировал и ввел в машину. А сможет ли человек искусства объяснить программисту секреты своего творческого метода, рассказать о том, что его вдохновляет, передать все

сложности образного мышления, передать с такой точностью, чтобы тот не только правильно все это запрограммировал, но и чтобы компьютер «понял» его как надо?

— Все это совершенно не нужно. Вы подходите к проблеме с сегодняшней позиции, то есть рассматриваете современные методы совместной деятельности человека и компьютера. Действительно, сегодня человек, работая с машиной, отстукивает приказы на пишущей машинке, рисует чертежи, схемы, правит их световым карандашом, скоро сможет и просто разговаривать с машиной, как с обычным собеседником. И хотя в этом случае мы близко подойдем к той проблеме, о которой говорим, не думаю, что все тонкости творческого мышления можно будет передать на словах и другими названными способами машине.

— Так как же тогда быть?

— Известно, что уже сейчас многими учеными серьезно обсуждается проблема передачи машине информации с помощью... биотоков. И когда эта проблема будет решена, человеку достаточно будет надеть на голову



специальный шлем, который улавливает импульсы тока, выделяемые мозгом в процессе его деятельности, и импульсы эти будут автоматически расшифровываться, переводиться на машинный язык и вводиться в компьютер. Таким образом, вся информация, весь мыслительный процесс будут попадать непосредственно в электронно-вычислительную машину. Она будет запоминать весь образ мышления этого человека, все нюансы его творческого процесса и воспринимать все его мысли, лишь только он успеет о них подумать. Именно таким образом можно достичь полного симбиоза человека и машины, получить полную совместимость работы мозга и компьютера. Думаю, что добиться этого ученые смогут примерно к 2020 году, то есть меньше чем через полвека.

В этом случае электронно-вычислительная машина посредством прямого общения с человеком наделяется его знаниями, его жизненным опытом, его отношением к окружающим предметам, людям и ситуациям, его творческими мыслями и планами... Короче говоря, человек передаст машине все богатство информации, которую он копил всю свою жизнь, и, следовательно, она начнет мыслить так, как это делал бы сам человек, если бы он продолжал существовать.

Найдет применение и другой вариант прямого общения человека и машины. Представьте себе, что к быстродействующей ЭВМ подключился какой-либо ученый. Стоит ему лишь задуматься над очередной возможностью решения какой-то теоремы, как компьютер тут же попробует решить ее и ответить на вопрос, перспективна ли эта возможность решения или нет. Причем человеку не нужно будет строго формулировать условия решения, как это приходится делать сегодня, ибо компьютер поймет его, что называется, с полуслова. Ведь ЭВМ может черпать всю необходимую информацию прямо из мозга данного человека, как и он совершенно спокойно может пользоваться знаниями машины.

Вы только представьте себе, какие возможности открываются перед человеком. Ученые, конструкторы, инженеры, люди творческих профессий увеличат мощность и объем своего мозга в тысячи, миллионы раз и даже не почувствуют, что мыслят не автономно, а в связи с машиной. Отличительной чертой такого симбиоза как раз и будет то, что провести какую-то границу между мыш-

лением человека и действиями компьютера будет практически невозможно; да это, пожалуй, и не нужно. Любому ведь будет ясно, что идеи при такой совместной работе человека и машины рождаются все-таки в голове человека, генерирует их человек, а компьютер лишь подхватывает их, развивает, обрабатывает, дополняет своими знаниями, а если нужно, то проверяет и отметает негодные.

— Если машина может отдавать людям все знания своего «электронного мозга», следовательно, слушатели и студенты завтрашнего дня вместо сидения за учебниками по нескольку лет могут «подключаться» к ней и таким способом получать весь комплекс необходимых сведений. Не таится ли в этом новый метод обучения?

— С технической точки зрения, это, пожалуй, будет возможно. Но не придем ли мы тогда к тому, что все люди станут умственно похожи друг на друга даже больше, чем близнецы. Вы наверняка обращали внимание, что каждый человек воспринимает одну и ту же информацию по-разному. Речь идет не только о произведениях искусства, но даже сугубо научные дисциплины каждый воспринимает немного по-своему. И именно по этой причине так разнятся знания студентов одного курса, я имею в виду не разницу в объеме усвоенной информации, а отличие в восприятии этой информации.

Можно, конечно, попытаться избежать столь нежелательного результата, заранее введя в компьютер данные об особенности восприятия именно данного студента. И тогда компьютер, перед тем как передать информацию студенту, переработает и переосмыслит ее в соответствующем ключе. После общения с таким заранее подготовленным компьютером студенты, естественно, не будут одинаковы, как только что отчеканенные монеты, а сохранят ту неповторимую несхожесть, которая и отличает настоящих искателей, ученых. И вполне возможно, что люди будущего пойдут по этому пути восприятия научной информации. А если учесть, что компьютер сможет вводить ее в мозг человека в миллионы раз быстрее, чем это смог бы сделать сам человек, то преимущества такого метода обучения очевидны.

— Судя по тому, о чем вы рассказали, машина сможет стать интеллектуальным наследником человека. Но что ни говорите, это все-таки груда металла, проводов,

пластика, интегральных схем. А людям все-таки приятнее, если наследники их мыслей и идей имеют, так сказать, плоть и кровь...

— Ну, если несколько пофантазировать, оставаясь все же в границах законов естествознания, то можно представить себе и такое. Человек при жизни обогащает своим интеллектом компьютер, который после смерти наставника вводит всю эту информацию в мозг другого человека, более молодого, не отягощенного еще своей информацией. И он после «беседы» с компьютером становится, конечно только интеллектуально, в известном смысле двойником умершего, то есть начинает мыслить совершенно так же, как и его предшественник. Он имеет тот же запас информации, у него те же отношения со встречающимися проблемами, те же творческие мысли, то же направление поиска. Вполне возможно, что у него появится тот же вкус к произведениям литературы и искусства, выработаются те же черты характера, он начнет увлекаться теми же вещами, что и его интеллектуальный праотец, и так далее. Не исключено, что он утратит многие свои собственные черты, которые сами собой постепенно заменятся новыми, другими, не присущими ему от рождения... Как видите, чисто теоретически с известной долей фантазии можно будет с помощью кибернетики обрести почти полное бессмертие. Другое дело, как относиться к этой, пускай маловероятной возможности с морально-этической точки зрения... Кто добровольно согласится заменить свое мышление чужим? Быть может, только прямой наследник — сын или дочь, да и то какой бы сильной ни была сыновняя любовь, человек, я думаю, все же захочет оставаться самим собой!

— Если я правильно понял вас, человек может передать компьютеру не только накопленные им в течение жизни знания, но и все свои эмоции, чувства и даже черты характера?

— Я думаю, что человек сможет передать машине не только все то, о чем вы сказали, но и гораздо большее. Попытайтесь, например, мне ответить на вопрос, что такое человеческое самосознание. Ученые так и не пришли к окончательному мнению, является ли самосознание генетически наследуемым или же оно плод приобретенной нами в процессе жизни информации, то есть что самосознание является плодом нашего мышления. Разве можем мы с уверенностью отрицать, что любой из нас

познает, что он есть именно он как раз в процессе этого поглощения внешней информации на ранних стадиях своей жизни.

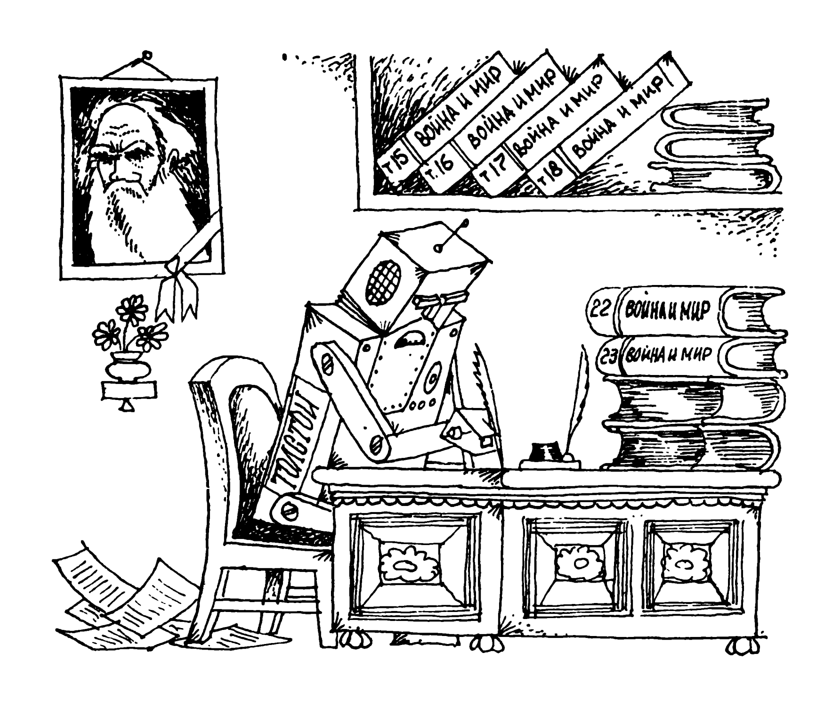
Теперь давайте попытаемся разобраться, что же такое мы сами, наше «я». Телесная оболочка, то есть то, что постоянно меняется, или же все-таки наши мысли, которые совершенствуются, обогащаются или просто изменяются, и которые все же являются плодом деятельности именно нашего мозга?

— Ну если исходить из известной всем фразы: «Я мыслю, значит, я существую», — то можно сделать вывод, что любой из нас — это все же наши мысли, а не наша внешность, физическая структура. Ведь человеческая индивидуальность складывается именно из мыслей, воспоминаний, хода рассуждений, а не из внешних данных.

— Скорее всего это так. Вспомните, сколько вы знаете литературных и других примеров, когда одного близнеца принимали за другого. Но стоило им только заговорить, как ход их мыслей, рассуждений сразу же обнаруживал их различие. Этот пример тоже доказывает, что важнее все-таки мысли, а не внешность. Ведь именно по этой причине мы нередко узнаем знакомых, звонящих нам по телефону, даже если и плохо слышим их голос.

Приведу еще примеры, подтверждающие в какой-то мере, что индивидуальность человека — это в первую очередь его мысли. Человек попал в катастрофу. Стараниями врачей он выживает, но внешность его настолько изуродована, что даже родные с трудом узнают его. Но вот он заговорил, что-то вспомнил, рассказал о чем-то хорошо знакомом, и сразу становится ясно, что это прежний человек, личность.

Или представьте себе иную ситуацию. Человек в результате тяжелой болезни полностью теряет разум. Внешне этот несчастный остался совершенно таким же, что и до болезни. Но попробуйте с ним заговорить — и вы не узнаете его. Перед вами совсем другой человек, со своим, неизвестным вам образом мышления. Если решить, что самосознание — плод информации, то где-то на последней стадии передачи этой информации компьютеру человек как бы вливает в него свое самосознание, тогда, возможно, он начнет чувствовать, что он — это он и в то же время он — это и машина. Произойдет как бы



раздвоение самосознания. Пока человек и компьютер соединены напрямую, это не так, вероятно, будет сильно ощущаться, ведь они составляют как бы единый организм. Но вот все то, что соединяло человека и машину, отключено, шлем снят, и два одинаковых самосознания воплощены одно в человеке и другое в компьютере. Человек сможет рассматривать свое тело глазами компьютера как что-то чужое! Испугает ли это меня? Исходя из известной фразы: «Я мыслю, значит, я существую» — не очень; я буду прекрасно помнить, что человек смертен, и даже если медицина XXI века сумеет продлить жизнь индивидуумов до 150—200 лет, бессмертием это все же не назовешь. Компьютер же практически бессмертен. Мало того, теперь он наделен моим ходом мыслей, моим методом рассуждений и всем тем, о чем мы уже говорили выше. Кроме того, он способен мыслить, рассчитывать, рассуждать гораздо быстрее меня, значительно быстрее сможет он воспринимать и любые виды информации, а объему его памяти мы завидуем уже сегодня.

— Но, в конце концов, есть же предел «жизни» и электронно-вычислительной машины?

— Такой предел существует. Но мы вполне резонно можем считать, что к тому времени ЭВМ, старея, способна будет передать то же самое и с не меньшим успехом другой машине. И таким довольно простым способом мое собственное самосознание, а значит, и я сам тоже перекочую в новую, еще более совершенную оболочку.

Вот этот-то окончательный переход человека в машину, то есть переход не только его интеллектуальной мощи, но и самосознания и есть фактически бессмертие.

— Какая же разница между первым явлением, когда человек передает машине свою творческую индивидуальность, и вторым, когда, как вы сказали, происходит окончательный переход всего его интеллекта?

— Разница здесь, возможно, не очень заметная, но существенная. В первом случае вводится в компьютер только ход мышления индивидуума или его отношение к каким-то событиям, фактам. Во втором — он полностью отдает свое самосознание, а значит, и всего себя, со своими эмоциями, чувствами и всем остальным, кроме, конечно, телесной оболочки, делая себя практически бессмертным.

— Следовательно, вместе с интеллектуальной информацией, с самосознанием в машину переходят и привычки, привязанности, склонности, желания?..

— Действительно, при полном переходе интеллекта человека в машину скорее всего туда перейдут и его эмоции, чувства, желания... Но, быть может, все это находится в таких участках головного мозга человека, куда она не сможет проникнуть и прочитать заложенную там информацию. Вероятно, можно будег ограничивать машину, если человек не пожелает передать ей какую-нибудь черту своего «я». А может быть, и сам интеллект, перейдя в машинную оболочку, сотрет эти нереальные или ненужные желания из своей уже электронной памяти. Вполне вероятно, что она, повинуясь введенной ранее программе, просто не станет записывать их в свою память. Возможен еще один способ регулирования передачи машине интеллекта человека.

В лабораториях многих стран ставятся уже следующие эксперименты. Обезьянам вживляют в мозг электроды и, подавая на них электрические импульсы, за-

ставляют их засыпать тогда, когда пожелает экспериментатор, «отключают» аппетит у жующей банан обезьяны, и она тотчас же прекращает есть, испытывая чувство сытости, и проделывают многое другое. Во всех этих опытах кибернетические машины играют основную роль. «Заменив» целый участок головного мозга животного, ЭВМ управляла движениями его передних конечностей, его эмоциями и т. д.

В мозге животного было обнаружено более 200 точек, действуя на которые, можно заставлять его совершать различные движения и поступки. Делать это стало возможным лишь после того, как было установлено, что мозг ни в коей мере не представляет собой кладовой, хаотически загроможденной всевозможной информацией: каждый ее вид помещается в строго определенном месте, и поступает она туда по строго определенному каналу. И достаточно направить несколько импульсов в эти определенные места, как тотчас будут «отключены» определенные реакции, животное по приказу закроет или откроет глаза, откроет или закроет пасть, испытает боль, жажду, голод, страх или гнев.

Я вспомнил об этих опытах вот почему: не исключено, что ученые далекого будущего сумеют подобным же образом воздействовать на мозг человека через «электронный мозг». Захотелось вам, скажем, покурить, и вы, воздействуя на свой мозг в электронной оболочке, сможете искусственно удовлетворить свое желание, не причиняя вреда всему организму.

В связи с этим и в связи с возможностью перехода во второе «я» могут возникнуть, да и возникнут, различные моральные, этические, философские и другие проблемы. Сейчас трудно предугадать, опасен или не опасен будет этот переход и как человечество будет решать эти свои правовые и моральные проблемы. Но я еще раз повторяю: в конечном счете так и не выяснено, что же такое человеческое самосознание, какова его природа. Гипотез на сей счет много, а какая из них станет теорией?

Сейчас, когда люди активно начали осваивать космическое пространство, небезынтересно и такое использование обсуждаемой нами возможности, кстати, уже описанное фантастами. Предположим, космический корабль улетает в очень длительный и сложный полет. Чтобы пережить все это путешествие и вернуться на землю, эки-

паж корабля должен прибегнуть к анабиозу или еще к какому-либо способу замедления жизнедеятельности своих организмов или даже периодической консервации ее. Это позволит им путешествовать по просторам вселенной тысячи лет. Послушные и запрограммированные автоматы станут сами управлять полетом, а экипаж будет выходить из состояния анабиоза только для высадки на ту или иную планету, которые будут встречаться на пути. Но вот полет благополучно заканчивается, и космонавты прилетают на Землю. С какими трудностями они могут столкнуться? Оказывается, если верить писателям-фантастам, а также законам логики, самым трудным для экипажа будет, пожалуй, то, что он окажется в совершенно чужом и незнакомом мире. За время его полета здесь сменился не один десяток поколений, и хотя родная планета наверняка встретит космонавтов как героев, им от этого легче не станет. Они на первых порах просто не впишутся в этот мир с его новой для них культурой, иными правилами, обычаями, нравами, привычками; они вернулись на совсем чужую для них планету и выглядели бы так, как смотрелись бы неандертальцы, попавшие в наш XX век. Как избежать всего этого?

Если исходить из высказанной выше гипотезы, космонавты перед таким длительным полетом смогли бы передать свое самосознание машинам, которые, как мы выяснили, практически вечны. Человек блуждает по просторам вселенной, а его второе «я» спокойно живет в недрах компьютера, причем живет полнокровной интеллектуальной жизнью, постоянно получая извне всю необходимую информацию. А так как у этого второго «я» есть свое отношение к жизни, к ее проблемам, то есть то самое отношение, которое было заложено вместе с самосознанием самим космонавтом, то оно переживает все происходящие вокруг него события, вырабатывая свою точку зрения на те или другие изменения, вызванные достижениями науки, культуры, социальными переменами. Короче говоря, оно существует в реальном мире почти так же, как и существовал бы сам человек. Причем, компьютер не просто впитывал бы всю подряд информацию, а выбирал бы только ту, которая заинтересовала бы данного человека. И процесс этот не прерывался бы ни на одно мгновение.

Но вот космонавт вернулся. Он находит свое второе

самосознание в одной из новейших электронных машин, «подключается» к ней и через какое-то время узнает, как его второе «я» реагировало на те или иные события прошедшей земной жизни, как оно к ним относилось, узнает о его симпатиях и антипатиях. Это позволит ему быстро и правильно разобраться в окружающих его людях и событиях. Все вокруг станет ему знакомым и привычным. И сложностей, вызванных столь долгим отсутствием его на Земле, просто не будет, так как он сам после контакта со своим вторым «я» станет таким же, как и окружающие его люди.

— Способен ли человеческий мозг безболезненно вместить все то, что было накоплено его вторым, электронным, «я» за столь долгий период? Не случится ли какого-либо несчастья?

— Я думаю, что столь совершенный компьютер, каким он станет к тому времени, сможет отфильтровать из всего потока информации ненужное и оставит для человека только самое необходимое. Да и потом, почему нам не прислушаться к мнению биологов и медиков, утверждающих, что огромных возможностей нашего мозга мы еще и не знаем. Быть может, они и на самом деле в тысячу, а то и в миллион раз больше тех, которые мы используем сегодня.

Как видите, начали мы с бессмертия творческого, а закончили полным интеллектуальным бессмертием в недрах компьютера. Что из этого реально, а что нет, как я уже говорил, покажет будущее. Ведь многое из того, о чем мы сейчас говорили, построено на гипотезах, которые еще не доказаны. Но гипотезы эти высказывались крупнейшими учеными, так что отмахиваться от них не стоит. Да и вполне возможно, что люди грядущих поколений будут мыслить несколько иначе, чем мы, и просто не захотят такого бессмертия, не захотят жить вечно. Тогда для чего мы обо всем этом говорим?

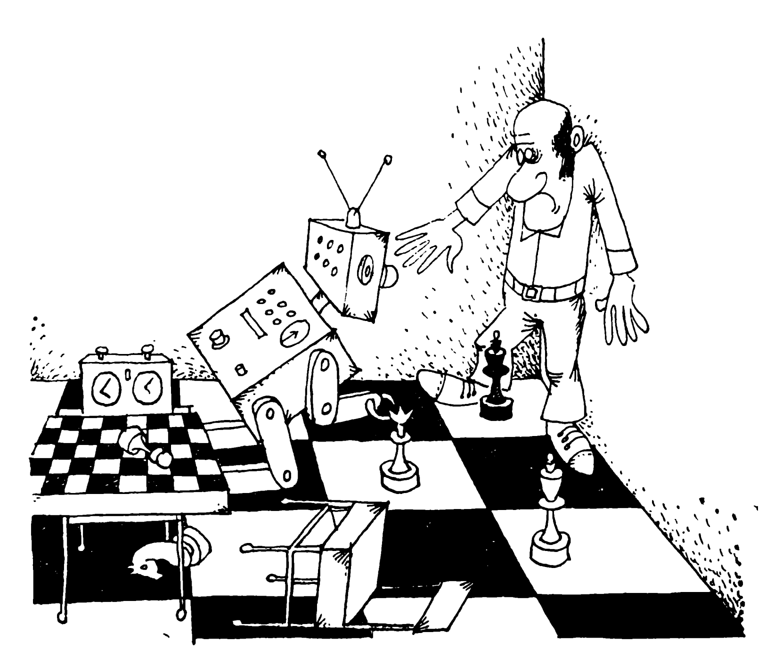
Основная цель этой беседы, как и всех других, вовсе не в том, чтобы уговаривать кого-то быть готовым к переселению своего интеллекта в машинную оболочку. Главное, что я хотел сделать, — это показать, что возможности кибернетики и компьютеров поистине безграничны.

— Как связать все сказанное с основной темой нашей беседы — применением компьютеров в творчестве?

— Рассказал я вам об этих гипотезах и проблемах

именно потому, что как раз в таком виде вижу я применение «электронных творцов» в будущем. Ставить перед собой цель создать компьютер, который сделал бы совершенно ненужным труд композитора, писателя, поэта, художника, — совершенная бессмыслица. Само искусство станет в таком случае кибернетическим, а не человеческим. Но я отнюдь не за исключение кибернетики из мира искусства. Нет! Во всех ее областях будет скорее всего господствовать союз человека и машины, симбиоз человека и компьютера. В одном случае в машину, быть может, станут закладывать законы музыкальной гармонии, и она будет проигрывать сочиненные ею десятки и сотни мелодий; композитору останется только отбирать и монтировать наиболее интересные из них. Писатель, наверное, станет диктовать машине свое произведение и по ходу дела поправлять его на экране. Поэт будет получать сотни необходимых для него рифм, а быть может, и сравнений, образов и, составляя из них стихотворение, тут же видеть его на экране...

Даже в таком упрощенном общении с компьютером, как возможность отдавать ему приказания голосом, та-



ится очень заманчивая перспектива: неодушевленная, металлическая машина превращается в нечто почти живое, высокоинтеллектуальное. Для человека искусства общение с таким компьютером превратится в разговор с товарищем, знающим толк в искусстве, разбирающимся в нем. Для главного конструктора, ученого — это беседа с отличным математиком, понимающим специалистом и опытным разработчиком чертежей.

Но и в подобном творческом содружестве вся эстетическая, интуитивная часть творческого процесса должна остаться за человеком; творчески мыслящий человек не согласится вдруг ни о чем не думать, отказаться от творческой части труда и передать ее пусть высокоразвитой, но машине.

Меня часто спрашивают, не вытеснит ли в ближайшее время ЭВМ шахматистов, не научится ли машина играть в шахматы лучше человека? Я вспомнил этот вопрос потому, что он имеет прямое отношение к теме нашей беседы.

Уже сегодня машины могут играть в шахматы между собой и с человеком, кстати, во многих случаях не хуже, а то и лучше среднего шахматиста. Причем электронный мозг, «обдумывая» очередной ход, не просто перебирает варианты решений в поисках лучшего — на такой перебор при решении некоторых шахматных задач потребовалось бы 10 247 лет! Нет, она умеет уже оценивать силу шахматных фигур в зависимости от ситуации, действовать не методом перебора, а методом логического анализа. Сейчас все зависит только от кибернетиков, занимающихся этим вопросом. Если они объединят свои силы, то проблема создания электронно-вычислительной машины, играющей лучше гроссмейстера, будет решена в несколько лет.

Но это ни в коей мере не снижает значения творчества шахматистов. В свое время высказывалось опасение, что изобретение автомобиля и мотоцикла убьет такие виды спорта, как бег или конный спорт. Однако этого не случилось. Наоборот, все старые виды спорта не только сохранились, но появились новые виды соревнований, которые были просто невозможны в «домоторизованную» эпоху.

— Значит, наступит время, когда и электронные шахматисты откроют новую страницу в спорте?

— Не знаю, людям, быть может, вообще не надо ста-

вить перед собой такую задачу, как создание машины-шахматиста, а просто остановиться на том, что уже сделано, оставив для себя эту древнюю и прекрасную игру и не впутывая в нее компьютеры. Но возможно, я и не прав, и на каком-то этапе появится новый вид соревнований — игра в шахматы машины и человека. Только боюсь, что компьютер всегда будет побеждать человека, и не только потому, что у него будет лучше память, дело еще в том, что машина не будет уставать, реагировать на то, снимают ли ее на кинопленку или нет, шумно ли в зале или тихо, хорошо ли о ней написали в своих обзорах и статьях журналисты или поругали.

Со временем, когда появятся более совершенные кибернетические машины, шахматисты, очевидно, перестанут мериться с ними силами и наряду со своими состязаниями станут проводить соревнования машин различных классов. Быть может, машины станут получать на конгрессах ФИДЕ даже звания международных гроссмейстеров, вернее, не сами машины, а их создатели и программисты. Кстати, такой международный матч компьютеров проводился в 1966—1967 годах. Соревновались программисты Московского института теоретической и экспериментальной физики и Стаффордского университета (США). В тот раз победили специалисты Советского Союза. А в августе 1974 года состоялся первый чемпионат мира среди шахматных компьютеров. Звание чемпиона мира разыгрывали 13 претендентов. Их программы назывались так: «Чесс 4 : 0», «Хаос», «Тич II», «Острич» (все США), «Риббит» (Канада), «Мастер», «Дон-Билл», «А-16-Ч» (все Англия), «Франц» (Австрия), «Телль» (Швейцария), «Фридом» (Норвегия), «Папа» (Венгрия), «Каисса» (СССР). Наша, названная так в честь мифической покровительницы шахмат Каиссы, не подвела своих болельщиков; она набрала четыре очка из четырех возможных и завоевала звание чемпиона мира.

Конечно, все сказанное — это лишь мои предположения, и вполне возможно, что все будет совсем не так: я же не специалист в области спорта.

— Виктор Михайлович, ЭВМ — «игрушки» очень и очень дорогие, и приобрести их не сможет ни композитор, ни писатель. С вычислительным центром они будут связаны выносными пультами с помощью телефона; и все же, кто позволит им, вынужденным подолгу обдумы-

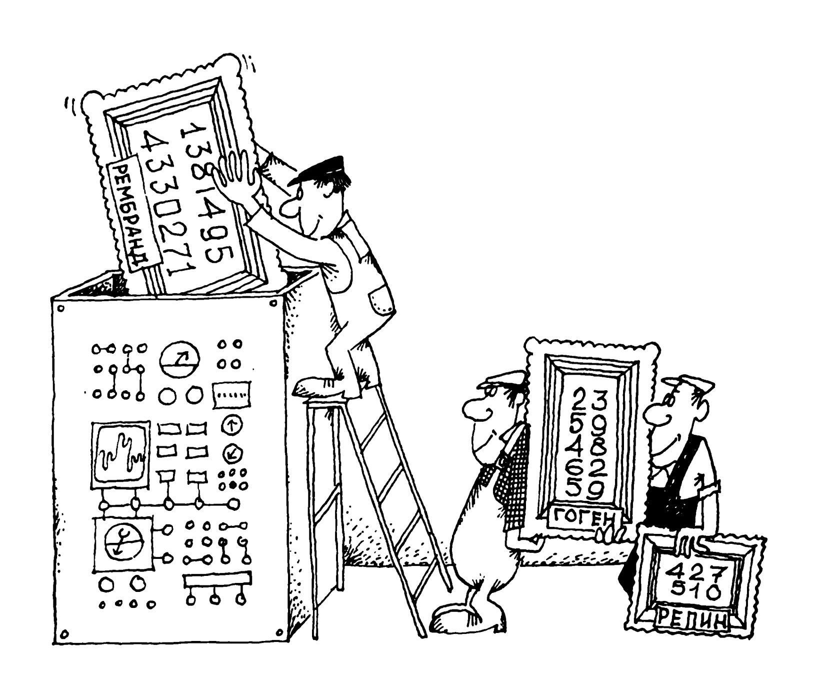
вать тот или иной поворот сюжета, ту или иную музыкальную фразу, тратить понапрасну машинное время, которое можно использовать с гораздо большей пользой?

— Да, любому творческому человеку подолгу приходится обдумывать ту или иную проблему. Архитекторы, ищущие выразительные линии контуров будущих зданий, художники, обдумывающие характерные улыбки положительных героев, писатели, решающие острый поворот сюжета, тратят на это иногда часы и сутки. Но, если вы не забыли, есть метод мультипрограмм, о котором мы говорили в одной из предыдущих бесед — метод одновременного, совмещенного решения нескольких задач.

Тогда быстродействующий «электронный мозг» будет выполнять функции помощника в творческом процессе как бы между прочим, занимаясь в основном решением больших задач. Пока архитектор разбирается в том, что именно ему не нравится в предложенных машиной контурах здания, компьютер будет помогать художнику-мультипликатору. Если и у того сейчас минута творческих раздумий, компьютер выдаст поэту список полнозвучных и самых неожиданных рифм — выбирай подходящую! А пока он их выбирает, машина может выдать на печатающее устройство очередную страницу произведения писателя. Текст печатается, но компьютер не простаивает: по просьбе директора завода, которому срочно нужно десять или двадцать металлорежущих станков определенной марки, он будет изучать хранящиеся в его памяти предложения и выбирать тех владельцев излишков станочного парка, которые находятся поближе к заводу. И параллельно он может заниматься еще десятками полезных дел, хотя каждый, обращающийся к нему за помощью, будет считать, что он «разговаривает» только с ним.

— Скажите, Виктор Михайлович, несколько слов о том, как будут обстоять дела с сохранением ценнейших памятников культуры? Нельзя ли будет для этой цели использовать необъятную память компьютеров?

— Я уже говорил, что недалеко то время, когда электронно-вычислительные машины будут кладовыми не только технических и научных знаний человечества, но и всего, что было создано им за многие века своего существования; они станут огромной и вечной памятью его. Мы теперь знаем, что любую зрительную информацию



можно представить в виде цифр. Следовательно, разбив на мельчайшие точки любую картину из любого художественного музея, прибор объективным образом оценит цвет каждой из этих точек и разделит этот цвет на составляющие, как делается это, скажем, в полиграфии при многоцветной печати, и поставит в соответствие им определенные цифры. В таком цифровом виде бесценные сокровища живописи и смогут храниться сколько угодно в электронной памяти компьютера. Они, конечно, не будут выцветать, тускнеть, им не будут страшны никакие атмосферные воздействия, в то же время они по первому требованию смогут быть воспроизведены на экране.

— А как хранить объемные произведения искусства, скажем, скульптуры? Если их изображать на экране, то они потеряют свою характерность и покажутся плоскими.

— Я думаю, что это можно будет делать с помощью голографии, которая позволяет получить нормальное трехмерное изображение. Так что воспроизвести с ее помощью скульптурные произведения и архитектурные памятники не составит особого труда.

Вполне понятно, что с произведениями литературы дело будет обстоять куда проще: уложить в необъятную память компьютера книги всех библиотек мира будет совсем нетрудно. Ну а о том, что на магнитную ленту можно записать музыку или кинофильм, сегодня знают все. И опять же магнитная лента стареет куда медленнее, чем обычная кинопленка. Так что с кинофильмами и музыкой дело обстоит еще проще.

Как видите, такие электронные кладовые — практически вечная и вместе с тем очень компактная форма хранения. И в ближайшем будущем ЭВМ смогут стать не только верными помощниками во всех видах творческой деятельности человека, но и вместилищем всех плодов этой деятельности. И на что бы они ни были способны в ближайшем и далеком будущем, это только расширит возможности человека, сделает его жизнь еще более прекрасной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

— Виктор Михайлович, наши беседы подошли к концу. Вы рассказали о многих проблемах современной кибернетики, о том, как она зарождалась, и о тех перспективах, которые открываются перед ней в недалеком будущем. Читатели книги узнали о работе автоматизированных систем различных уровней, о применении компьютеров в таких чисто человеческих областях культуры, как литература, искусство, научная деятельность. И хочется верить, что этот цикл бесед заинтересует многих, заставит их задуматься над теми гипотезами и идеями, которые были в них высказаны. А так как большая часть читателей книг данной серии — молодежь, то, я думаю, эти беседы помогут им и в выборе профессии. Так не расскажете ли вы и о том, что нужно знать современному специалисту-кибернетику?

— Из всего, о чем мы говорили, наверное, стало ясно, что кибернетика многообразна и круг ее вопросов широк настолько, что мы невольно должны выделять в ней несколько профилей. И знания представителей каждого из них, конечно, имеют какие-то свои специфические этим профилям особенности.

Вот, например, Киевский университет готовит специалистов по теоретической кибернетике, то есть специалистов в области теории электронных вычислительных машин и искусственного интеллекта. Что же должны они знать, кроме собственных математических дисциплин? В первую очередь, конечно, основы электроники. Почему? А чтобы они в дальнейшем занимались не абстрактными исследованиями, а делали все применительно к возможностям технологии создания кибернетических систем. Будущие специалисты должны знать, как развивается эта технология и как строятся эти самые системы. И, понимая, насколько необходимы будут им эти знания, мы даже предположили заменить им курс традиционной физики курсом электроники. Кроме того, полезными для них являются и курсы биологии, современной физиологии, особенно нейрофизиологии. Ведь они обязательно должны быть знакомы с теми гипотезами, фактами и теориями, которые имеются сейчас в этих областях знаний для объяснения структуры и функций высшей нервной деятельности.

Если молодой человек выбрал для себя тот профиль

кибернетики, который связан с применением компьютеров в экономике, ему, кроме основных знаний по кибернетике, о которых мы говорили, придется еще хорошо изучить целый цикл экономических наук. Если же он решил посвятить себя созданию системы, делающей те или иные выводы или ставящей диагнозы на основе заложенных в нее знаний тысяч экспертов или специалистов, то есть созданию коллективного мозга, тогда ему необходимы знания из области психологии человека. Без этих знаний, даже если он построит очень хорошую теоретическую схему, у него в дальнейшем может ничего не получиться; он не сможет так поставить вопросы, чтобы тысячи, а то и десятки тысяч непохожих друг на друга людей откровенно высказали свои мнения по исследуемому им вопросу. И без знания психологии здесь просто не обойтись.

Короче говоря, какой бы области кибернетики ни решил посвятить себя молодой человек, имеется еще очень большой набор различных дисциплин, который он обязательно должен будет знать.

— В одной из бесед вы говорили о создании различных автоматизированных систем управления и о создании ОГАС. Для ее нормального функционирования тоже, наверное, нужны будут специалисты различного профиля?

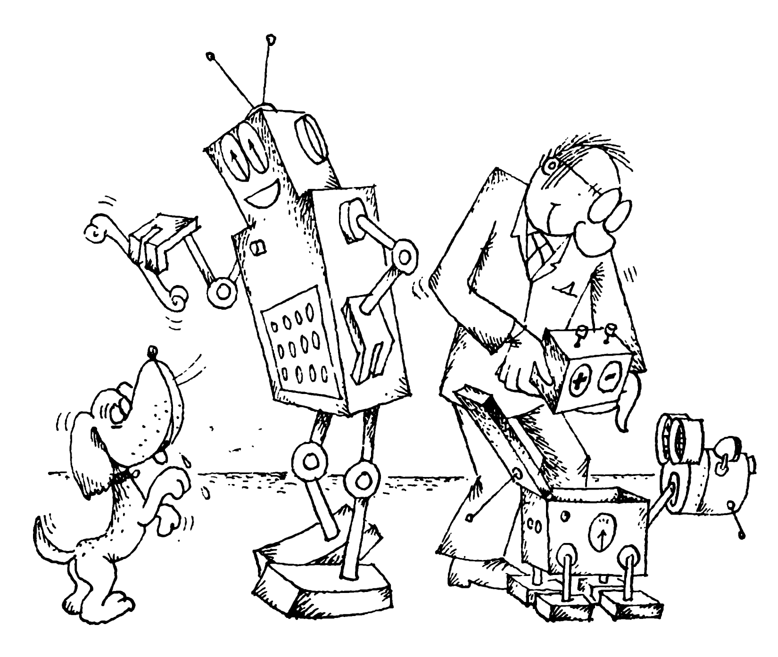
— Действительно, и в этой области нужны знающие люди, причем не только кибернетики, но и представители других профессий. Ведь компьютеры и автоматизированные системы управления — это та база, на которой должны объединить свои усилия различные специалисты. Как мы уже говорили, АСУ не сводятся только к технике, программам, математике и даже экономике и экономико-математическим методам. Для создания и эффективной работы таких систем нужно одновременно решать целый комплекс различных вопросов: социологических, организационных, психологических... Только такой комплексный подход может оказаться плодотворным.

Люди, обогащенные знаниями, нужны повсюду: в экономике, в организации хозяйств и в самих АСУ. И это не просто наше пожелание, а насущная необходимость. Возьмем, к примеру, собственно экономику как науку управления народным хозяйством. Она разрабатывает соответствующие методы планирования, прогно-

зирования и рекомендует их при составлении как государственных планов, так и планов развития отраслей, заводов и фабрик, текущих, долговременных и перспективных планов-прогнозов. Разве смогут со всем этим справиться люди, не владеющие специальными знаниями?

Управлять хозяйством на современном этапе — значит решать проблемы централизации и децентрализации, специализации и кооперирования, распределения функций и обязанностей, упрощения структуры и развития прямых связей по иерархии, подчинения по вертикали и горизонтали, и многие другие проблемы надо решать научно обоснованно. А для этого современному организатору нужно очень много знать.

Возьмем проблему эффективного использования автоматизированых систем управления. На этих «умных» системах заняты кибернетики, математики, электронщики, люди многих иных специальностей. Но какой бы «умной» ни была созданная ими техника, ее тоже невозможно правильно применить без соответствующих знаний. Всесторонний взгляд на любую производственную, хозяйственную, деловую ситуацию — вот то главное, что



должно отличать современного руководителя, работника управленческого аппарата любого ранга. Иначе просто нельзя решать поставленные перед нами задачи комплексного управления на всех уровнях, будь то Госплан, министерство, завод, цех, производственный участок, отдельное рабочее место.

Автоматизированные системы управления освобождают руководителя от «текучки», предоставляют ему возможности мыслить более масштабно, сосредоточиваться на решении принципиальных вопросов. И чтобы он мог мыслить широко, по-современному, по-государственному, он должен знать очень и очень много. Только такие знания сделают его более решительным, а принимаемые им решения — более правильными.

Как видите, получаются как бы встречные процессы. С одной стороны, автоматизированные системы управления берут на себя огромную часть работы, с другой — требуют от человека более высоких знаний. И чтобы эта исторически важная комплексная задача — задача создания Общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации — была решена скорее и в полном объеме, помимо создания собственно технической базы и математического обеспечения, необходимо развивать новые методы планирования и управления, повышать знания работающих с этой системой людей.

Не подумайте, однако, что специалисты потребуются только после создания ОГАС. Их порой не хватает и сегодня. А они нужны и для строительства Общегосударственной системы, и для перестройки управления, то есть для тех дел, которыми мы заняты сегодня!

СОДЕРЖАНИЕ

Максимович Г. В.

М17 Беседы с академиком В. Глушковым. М., «Молодая гвардия», 1976.

208 с. с ил. (Эврика)

В книге рассказывается о роли кибернетики в развертывании научно-технической революции, о создании автоматизированных систем управления (АСУ), о применении ЭВМ в творчестве и о том, чего мы ждем от кибернетики в XXI веке.

М $\frac{60200-156}{078(02)-76}$ 058—76 **6Ф0.1**

Геннадий Васильевич Максимович

БЕСЕДЫ С АКАДЕМИКОМ В. ГЛУШКОВЫМ

Редактор **В. Федченко**
Художник **К. Мошкин**
Художественный редактор **А. Косаргин**
Технический редактор **З. Ходос**
Корректоры: **З. Федорова, Е. Самолетова**

Сдано в набор 26/XI 1975 г. Подписано к печати 25/V 1976 г. А05103. Формат 84Х108 1/32. Бумага № 1. Печ. л. 6,5 (усл. 10,92). Уч.-изд. л. 11. Тираж 100 000 экз. Цена 52 коп. Т. П. 1976 г., № 58. Заказ 1749.

Типография ордена Трудового Красного Знамени издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес издательства и типографии: 103030, Москва, К-30, Сущевская, 21.

В СЕРИИ «ЭВРИКА» В 1976 ГОДУ ВЫЙДУТ СЛЕДУЮЩИЕ КНИГИ:

Ю. ГАГАРИН, В. ЛЕБЕДЕВ. **Психология и космос.** 3-е издание.

Н. АМОСОВ. **Мысли и сердце.** 2-е издание.

Ежегодник **«Эврика-76».**

Ю. НОВИКОВ. **Осторожно: terra!** 2-е издание.

Ю. ДОЛМАТОВСКИЙ. **Беседы об автомобиле.**

Ежегодник **«Формула творчества».**

В. ГУБАРЕВ. **Космические мосты.**

Л. БОБРОВ. **Фундамент оптимизма.** 2-е издание.

Р. ПЕТРОВ. **Беседы о новой иммунологии.**

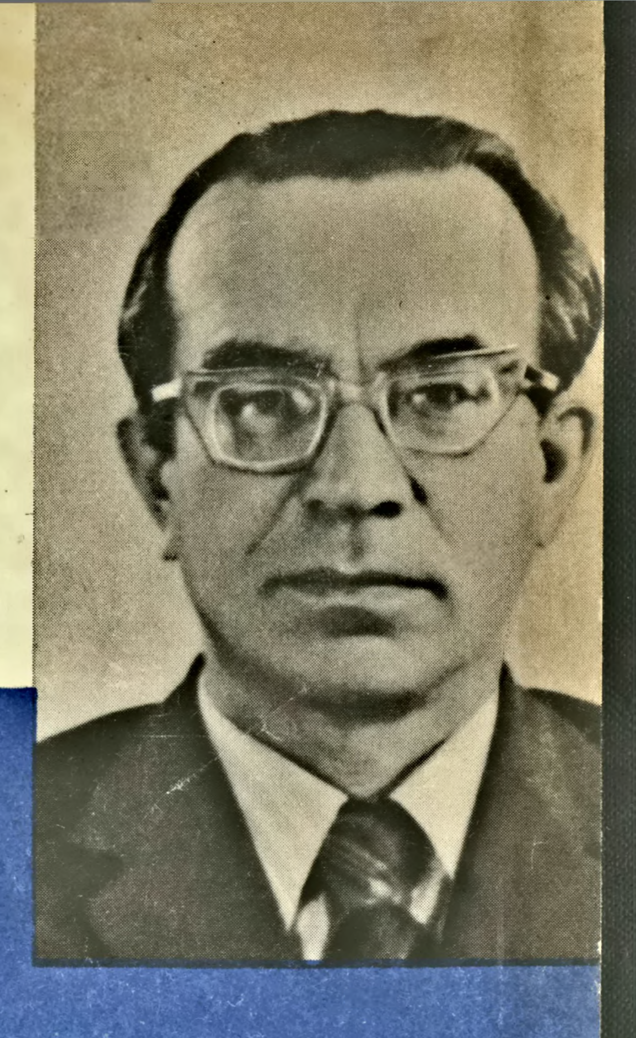
В. ЧЕРНОГОРОВА. **Беседы об атомном ядре.**

Я. КОЛОМИНСКИЙ. **Беседы о тайнах психики.**

Е. РОМАНЦЕВ. **Закономерные чудеса.**

Н. МОИСЕЕВ. **Слово о научно-технической революции.**

52 коп.



ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ ГЛУШКОВ

В 28 лет В. Глушков стал кандидатом наук; в 32 — доктором, а в 40 — уже академиком.

Сначала он был математиком. Потом увлекся теорией автоматов и конструированием электронно-вычислительных машин. Работы в этой области выдвинули его в ряд крупнейших мировых авторитетов по кибернетике. За них он был удостоен Ленинской и Государственной премий, звания Героя Социалистического Труда.

В. Глушковым опубликовано более 400 работ по различным теоретическим и прикладным аспектам кибернетики и вычислительной техники, многие из которых получили мировое признание.

Ныне академик В. Глушков — вице-президент Академии наук Украинской ССР, директор Института кибернетики и руководитель одного из его отделов, председатель Научного совета по вычислительной технике и системам управления Госкомитета по науке и технике и Президиума АН СССР.

Несмотря на большую занятость, В. Глушков находит время для популяризации своей науки, выступая в печати, а также с лекциями и беседами в различных аудиториях.

МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ
МОСКВА. 1976